

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**

**Escuela Politécnica Superior**



**Proyecto Fin de Carrera**

**Ingeniería Técnica Industrial: Electrónica Industrial**

**Dpto. Ciencia e Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química**

# **PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES ELÉCTRICOS**

**ALUMNO: MARCO ANTONIO DÍAZ GONZÁLEZ**

**TUTOR: ANTONIO AZNAR JIMENEZ**

**Leganés, 2012**

## AGRADECIMIENTOS

A mi tutor del proyecto, Antonio Aznar Jiménez, por facilitarme en todo momento la labor de realizar el mismo y aportar sus conocimientos en la elaboración del documento.

A mis compañeros Javier, Rubén, Juan Carlos y Valentín, con quienes tantos y tantos días pasamos juntos dentro y fuera de la universidad. Sin duda ellos han sido una pieza clave a lo largo de toda la carrera y espero guardar por mucho tiempo su amistad.

A Tania, por su apoyo y confianza incondicional en mí durante estos años. Por la ilusión de continuar, la motivación y las ganas y por haberse convertido en un pilar fundamental en mi vida.

A lo más grande que se puede tener en la vida, que es la familia, los que están y los que no, porque estoy seguro que se sienten orgullosos del trabajo que he realizado y así me lo han demostrado durante estos años. Gracias a todos por la implicación y el interés que me habéis entregado. He sido el primero en llegar hasta aquí pero seguro que no seré el último.

A mi hermano Alejandro, por su cariño y porque para él, haga lo que haga siempre lo ve con admiración y espero que estas líneas le sirvan de ejemplo para darse cuenta que puede llevar a cabo todo lo que se proponga.

Y sobre todo a mis padres. Ellos me han permitido tener los estudios que tengo, me han apoyado en todo momento y han contribuido especialmente a mi desarrollo personal. En definitiva, gracias a ellos soy quien soy.

## INDICE

<b>I. Índice de tablas.....</b>	<b>5</b>
<b>II. Índice de figuras. ....</b>	<b>6</b>
<b>III. Nomenclatura.....</b>	<b>7</b>
<b>Capítulo 1. Introducción.....</b>	<b>8</b>
1.1. Conceptos fundamentales .....	8
1.2. Accidentabilidad .....	9
1.2.1. Accidentabilidad eléctrica .....	13
1.3. Objetivos del trabajo .....	15
<b>Capítulo 2. Riesgo eléctrico .....</b>	<b>17</b>
2.1. Contactos eléctricos directos .....	17
2.2. Contactos eléctricos indirectos .....	19
2.2.1 arco eléctrico.....	20
2.3. Definiciones.....	20
<b>Capítulo 3. Efecto de la corriente eléctrica sobre el organismo .....</b>	<b>27</b>
3.1. Efectos del paso de la corriente eléctrica .....	27
3.2. Resistencia eléctrica de la persona .....	29
3.3. Frecuencia de la corriente.....	30
3.4. Recorrido de la corriente eléctrica .....	30
3.5. Tiempo de duración del paso .....	32
3.6. Capacidad de reacción .....	32
3.7. Efectos del paso de la corriente eléctrica .....	32
3.7.1. Efectos directos .....	33
3.7.2. Efectos indirectos.....	33
3.7.3. Efectos secundarios.....	33
<b>Capítulo 4. Protección contra contactos eléctricos en baja tensión.....</b>	<b>34</b>
4.1. Protección contra contactos eléctricos directos .....	36
4.2. Protección contra contactos eléctricos indirectos .....	37
4.2.1. Sistemas de protección clase a .....	39
4.2.2. Sistemas de protección clase b .....	42
<b>Capítulo 5. Trabajos y maniobras en instalaciones de baja y alta tensión .....</b>	<b>48</b>
5.1. Instalaciones eléctricas de baja tensión.....	48
5.1.1. Trabajos sin tensión .....	48
5.1.2. Trabajos que se realicen con tensión .....	49
5.2. Medidas preventivas para instalaciones y trabajos en alta tensión .....	50
5.2.1. Primera regla de oro .....	50
5.2.2. Segunda regla de oro .....	51
5.2.3. Tercera regla de oro .....	51
5.2.4. Cuarta regla de oro .....	52
5.2.5. Quinta regla de oro .....	53
5.3. Medios de prevención a adoptar en diversos trabajos .....	53
5.3.1. Trabajos y maniobras en interruptores y seccionadores .....	53
5.3.2. Trabajos y maniobras en transformadores .....	53
5.3.3. Trabajos y maniobras en condensadores de alta tensión .....	53
5.3.4. Trabajos en alternadores, motores eléctricos, dinamos y motores eléctricos .....	54
de alta tensión .....	54

5.3.5. Trabajos en proximidad de instalaciones de alta tensión en servicio .....	
(noprotegidas).....	54
5.4. Equipos y prendas de protección .....	54
5.4.1. Equipos de uso colectivo .....	54
5.4.2. Protección individual.....	56
5.5. Distancias a líneas eléctricas .....	58
5.5.1. Distancias a líneas eléctricas de baja tensión.....	58
5.5.2. Distancias a líneas eléctricas de alta tensión .....	58
<b>Capítulo 6. Locales con riesgo de incendio o explosión .....</b>	<b>59</b>
6.1. Campo de aplicación .....	59
6.2. Terminología .....	59
6.3. Clasificación de los emplazamientos.....	60
6.3.1. Emplazamientos clase i .....	60
6.3.2. Emplazamiento clase ii .....	61
6.3.3. Emplazamientos clase iii.....	62
6.4. Modos de protección .....	63
6.4.1. Respaldados por certificados de conformidad .....	63
6.4.2. Respaldados por certificados de control .....	64
6.4.3. Certificados.....	64
6.4.4. Marcas .....	64
6.5. Condiciones de instalación para todas las zonas peligrosas .....	65
<b>Capítulo 7. Locales de características especiales .....</b>	<b>66</b>
7.1. Locales húmedos .....	66
7.2. Locales mojados .....	66
7.3. Locales con riesgo de corrosión .....	67
7.4. Locales polvorientos sin riesgo de incendio o explosión.....	67
7.5. Locales a temperatura elevada .....	67
7.6. Locales a muy baja temperatura .....	68
7.7. Locales en que existan baterías de acumuladores .....	68
7.8. Locales afectados a un servicio eléctrico .....	69
7.9. Estaciones de servicio, garajes y talleres de reparación de vehículos .....	70
<b>Capítulo 8. Guía para la acción preventiva .....</b>	<b>71</b>
8.1. Locales y equipos de trabajo .....	72
8.2. Electricidad .....	72
8.3. Agentes físicos.....	75
8.4. Incendio y explosión.....	75
8.5. Diseño de los puestos de trabajo .....	76
8.6. Organización del trabajo .....	77
8.7. Otros factores de seguridad .....	78
<b>Capítulo 9. Conclusiones/resumen .....</b>	<b>80</b>
<b>Capítulo 10. Bibliografía.....</b>	<b>83</b>
10.1. Bibliografía complementaria .....	84
<b>Capítulo 11. Anexos .....</b>	<b>85</b>
11.1. Distancias a líneas eléctricas de baja tensión .....	85
11.2. Distancias a líneas eléctricas de alta tensión .....	91
11.3. Normativa.....	97
11.3.1. Normativa GAP .....	98

**Índice de tablas.**

<i>Tabla 1.1 Siniestralidad laboral (Agosto2011-Julio2012) [2]</i> .....	10
<i>Tabla 1.2 Siniestralidad laboral (Agosto2010-Julio2011) [2]</i> .....	10
<i>Tabla 1.3 Variación interanual de los índices de incidencia (2011-2012) [2]</i> .....	11
<i>Tabla 1.4 Variación (%) interanual del número de accidentes, población afiliada e índice de incidencia total (2011-2012) [2]</i> .....	12
 <i>Tabla 3.1 Intensidades y efectos sobre el organismo. [6]</i> .....	28
 <i>Tabla 4.1. Clasificación de las instrucciones de baja tensión (c.a. y c.c.). [9]</i> .....	34
<i>Tabla 4.2. Severidad del riesgo. [10]</i> .....	34
<i>Tabla 4.3. Probabilidad del riesgo.[10]</i> .....	35
<i>Tabla 4.4. Grado de riesgo. [10]</i> .....	35
<i>Tabla 4.5. Valoración del riesgo. [10]</i> .....	36
 <i>Tabla 5.1. Distancia de seguridad en relación a la tensión nominal de la línea en kv. [13]</i> .....	52
<i>Tabla 5.2. Clasificación de los guantes (EPI). [14]</i> .....	57
 <i>Tabla 8.1. GAP en locales y quipos de trabajo. [15]</i> .....	72
<i>Tabla 8.2. GAP electricidad. [15]</i> .....	73
<i>Tabla 8.3. GAP agentes físicos. [15]</i> .....	75
<i>Tabla 8.4. GAP incendio y explosión. [15]</i> .....	75
<i>Tabla 8.5. GAP diseño de los puestos de trabajo. [15]</i> .....	76
<i>Tabla 8.6. GAP organización del trabajo. [15]</i> .....	77
<i>Tabla 8.7. GAP otros factores de seguridad. [15]</i> .....	79
 <i>Tabla 11.1. Distancias mínimas según el tipo de carretera. [17]</i> .....	94

**I. Índice de figuras.**

<i>Figura 1.1 Evolución accidentes de trabajo con baja (1999-2011) [1]</i> .....	9
<i>Figura 1.2 Evolución accidentes de trabajo mortales (1999-2011) [1]</i> .....	10
<i>Figura 1.3 Variación índice de incidencia de accidentes leves por sectores. [2]</i> .....	11
<i>Figura 1.4 Variación índice de incidencia de accidentes graves por sectores. [2]</i> .....	11
<i>Figura 1.5 Variación índice de incidencia de accidentes mortales por sectores. [2]</i> .....	12
<i>Figura 1.6 Variación (%) interanual del número de accidentes, población afiliada e índice de incidencia total (2011-2012) [2]</i> .....	12
<i>Figura 1.7 Detalles de accidente por forma de ocurrencia. [3]</i> .....	14
<i>Figura 1.8: Diseño e implantación de un Sistema de Prevención eficaz. [4]</i> .....	16
<i>Figura 2.1. Contactos eléctricos directos (1). [5]</i> .....	18
<i>Figura 2.2. Contactos eléctricos directos (2). [5]</i> .....	18
<i>Figura 2.3. Contactos eléctricos indirectos (1). [5]</i> .....	19
<i>Figura 2.4. Contactos eléctricos indirectos (2). [5]</i> .....	19
<i>Figura 3.1. Recorrido de la corriente eléctrica. [7]</i> .....	31
<i>Figura 3.2. Factor de corriente de corazón "F". [8]</i> .....	31
<i>Figura 4.1. Protección contra contactos eléctricos directos. [11]</i> .....	37
<i>Figura 4.2. Esquema de un disyuntor diferencial. [12]</i> .....	44
<i>Figura 11.1. Distancias a líneas eléctricas de baja tensión. [16]</i> .....	85
<i>Figura 11.2. Cruzamientos con líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión. [16]</i> .....	85
<i>Figura 11.3. Cruzamientos con líneas de telecomunicación. [16]</i> .....	86
<i>Figura 11.4. Cruzamientos con carreteras o FFCC sin electrificar. [16]</i> .....	86
<i>Figura 11.5. Cruzamientos con FFCC electrificados, tranvías y trolebuses. [16]</i> .....	87
<i>Figura 11.6. Cruzamientos con teleféricos y cables transportadores. [16]</i> .....	87
<i>Figura 11.7. Cruzamientos con ríos y canales navegables o flotables. [16]</i> .....	88
<i>Figura 11.8. Cruzamientos con antenas receptoras de radio y TV. [16]</i> .....	88
<i>Figura 11.9. Proximidades y paralelismos con líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión. [16]</i> .....	89
<i>Figura 11.10. Proximidades y paralelismos con otras líneas de Baja Tensión o telecomunicaciones. [16]</i> .....	89
<i>Figura 11.11. Proximidades y paralelismos con cables y carreteras nacionales, provinciales. [16]</i> .....	90
<i>Figura 11.12. Proximidades y paralelismos con FFCC electrificados, tranvías y trolebuses. [16]</i> .....	90
<i>Figura 11.13. Distancia de los conductores al terreno. [17]</i> .....	91
<i>Figura 11.14. Cruzamientos con líneas eléctricas aéreas y de telecomunicaciones. [17]</i> .....	91
<i>Figura 11.15. Cruzamientos con carreteras y FFCC sin electrificar. [17]</i> .....	92
<i>Figura 11.16. Cruzamientos con FFCC electrificados y tranvías. [17]</i> .....	92
<i>Figura 11.17. Cruzamientos con teleféricos y cables transportadores. [17]</i> .....	93
<i>Figura 11.18. Cruzamientos con ríos y canales navegables o flotables. [17]</i> .....	93
<i>Figura 11.19. Paralelismos con otras líneas eléctricas y de telecomunicación. [17]</i> .....	94
<i>Figura 11.20. Paralelismos con carreteras. [17]</i> .....	95
<i>Figura 11.21. Paralelismos con ferrocarriles y cursos de agua navegables. [17]</i> .....	95
<i>Figura 11.22. Paso por zonas. Distancias a edificios y construcciones. [17]</i> .....	96
<i>Figura 11.23. Paso por zonas. Distancias a bosques, árboles y masas de arbolado. [17]</i> .....	96

**Nomenclatura.**

<i>INSHT</i>	<i>Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.</i>
<i>MEYSS</i>	<i>Ministerio de Empleo y Seguridad Social.</i>
<i>REBT</i>	<i>Reglamento Eléctrico para Baja Tensión.</i>
<i>BT</i>	<i>Baja Tensión.</i>
<i>AT</i>	<i>Alta tensión.</i>
<i>M.I.N.E.R.</i>	<i>Ministerio de Industria y energía de España.</i>
<i>CEI</i>	<i>Comité Español de Iluminación.</i>
<i>OGSHT</i>	<i>Organización General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.</i>
<i>C.E.E.</i>	<i>Comunidad Económica Europea.</i>
<i>UNE</i>	<i>Una Norma Española.</i>
<i>UNE-EN</i>	<i>Norma española trasposición de norma armonizada.</i>
<i>ITC</i>	<i>Instrucción Técnica complementaria.</i>
<i>MI BT XYZ.</i>	<i>Instrucción para el reglamento electrotécnico para Baja Tensión numero XYZ.</i>
<i>MIE</i>	<i>Ministerio de Industria.</i>
<i>R.D.</i>	<i>Real Decreto.</i>
<i>B.O.E.</i>	<i>Boletín Oficial del Estado.</i>
<i>GAP</i>	<i>Guía para la Acción Preventiva.</i>
<i>EPIs</i>	<i>Equipos de Protección Individual.</i>
<i>I+D+i</i>	<i>Investigación (científica) + Desarrollo + Innovación (tecnológica).</i>
<i>CC</i>	<i>Corriente Continua.</i>
<i>CA</i>	<i>Corriente Alterna.</i>
<i>V</i>	<i>Término genérico para la tensión, medido en voltios.</i> $kV= 10^3 \text{ V.}$ $mV= 10^{-3} \text{ V.}$
<i>Uc</i>	<i>Tensión de contacto indirecto. [V]</i>
<i>Un</i>	<i>Tensión nominal. [V]</i>
<i>Vef</i>	<i>Tensión eficaz. [V]</i>
<i>A</i>	<i>Término genérico para la corriente, medido en amperios.</i> $kA= 10^3 \text{ A.}$ $mA= 10^{-3} \text{ A.}$
$\Omega$	<i>Término genérico para la impedancia, medido en ohmios.</i>
<i>Hz</i>	<i>Término genérico para la frecuencia, medido en Hertzios. [A]</i>
<i>Ih</i>	<i>Corriente que atraviesa el cuerpo por un trayecto determinado. [A]</i>
<i>Iref</i>	<i>Corriente «mano izquierda-pies. [A]</i>
<i>IS</i>	<i>Sensibilidad en amperios del interruptor a utilizar. [A]</i>
<i>F</i>	<i>Factor de corriente de corazón.</i>
<i>R, S, T</i>	<i>Cada una de las tres fases del generador, son de igual modulo de tensión pero están desplazadas 120°.</i>
<i>m</i>	<i>Término genérico para la distancia, medido en metros.</i> $cm= 10^{-2} \text{ m.}$ $mm= 10^{-3} \text{ m.}$
<i>m/s</i>	<i>Término genérico para la velocidad, medido en metros/segundo</i>
<i>UV</i>	<i>Radiaciones ultravioleta.</i>
$^{\circ}C$	<i>Término genérico para la temperatura, medido en grados centígrados.</i>

## CAPÍTULO I.

### INTRODUCCIÓN

#### 1.1 CONCEPTOS FUNDAMENTALES

La energía eléctrica constituye una necesidad imprescindible tanto en nuestra vida cotidiana como para la actividad industrial. No se concibe ningún tipo de actividad industrial en la cual no se utilice la energía eléctrica en mayor o menor grado. Ello ha llevado a que a este tipo de energía tan utilizada y difundida en las industrias y viviendas se le haya perdido el miedo en su utilización, llegando incluso en muchas ocasiones a hacer uso de ellas sin el más mínimo conocimiento de las normas básicas de seguridad. Como se pone de manifiesto el apartado siguiente “Accidentabilidad”, muchos de los accidentes acaecidos están íntimamente ligados a esta falta de conocimiento, tanto de información como de formación para el uso y manipulación de las instalaciones eléctricas.

La electricidad es tanto o más peligrosa cuando no es habitualmente perceptible por nuestros sentidos. A esto se une un desconocimiento muy generalizado, como se ha mencionado anteriormente, de sus fundamentos y de la peligrosidad que entraña su manipulación.

Para establecer un sistema de prevención lo mas adecuado posible es necesario tener una serie de conceptos muy claros; estos conceptos los vamos a detallar a continuación:

- Prevención: Conjunto de actividades o medidas adoptadas o previstas en todas las fases de actividad de la organización con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.
- Protección: conjunto de medidas dirigidas a minimizar los daños en caso de materialización de un peligro.
- Peligro: propiedad o capacidad intrínseca de algo para ocasionar daño.
- Riesgo: probabilidad de que un trabajador sufra un determinado daño (Grado de riesgo = probabilidad + gravedad).
- Daño: patologías o lesiones sufridas con motivo u ocasión del trabajo.
- Factores de riesgo: condiciones de trabajo y características individuales del trabajador que influyen en la generación de riesgos.

Es importante decir que el peligro siempre existe, lo que intentamos con un correcto sistema de prevención es evaluar el riesgo, probabilidad de que se concrete ese peligro, y una vez evaluado establecer las medidas necesarias para disminuir o incluso evitar el posible daño que ese peligro conlleva.



## 1.2 ACCIDENTABILIDAD

Con el objetivo de acercarnos al propósito del proyecto vamos a realizar un primer análisis sobre los accidentes laborales en España. Para ello nos basamos en el informe de siniestralidad que refleja los accidentes laborales durante el periodo interanual Julio 2011-Junio 2012 (comparado con el año anterior: Julio 2010-Junio 2011).

El informe de evolución de la siniestralidad que el INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) elabora trimestralmente se refiere a períodos completos de doce meses. De esta forma evita posibles fluctuaciones en las cifras debidas a variaciones estacionales de la actividad económica o a cambios en las condiciones de trabajo.

Estos datos son provisionales y están sujetos a actualizaciones periódicas. El dato definitivo es el que se publica de forma anual en el Anuario de Estadísticas del Ministerio de Empleo y Seguridad Social (MEYSS).

Dicho análisis de la siniestralidad laboral se realiza principalmente atendiendo al estudio del índice de incidencia (Nº de accidentes de trabajo/Población Afiliada) por cada 100.000 trabajadores.

En la figura 1.1 podemos apreciar la evolución de los accidentes laborales con baja en jornada de trabajo, desglosados para cada sector desde el año 1999 hasta 2011. Están representados empleando el mencionado índice de incidencia. Del gráfico podemos destacar la reducción de más de un 50% del total de los sectores (de 7.437 en el año 1999 a 3.515 en el año 2011).

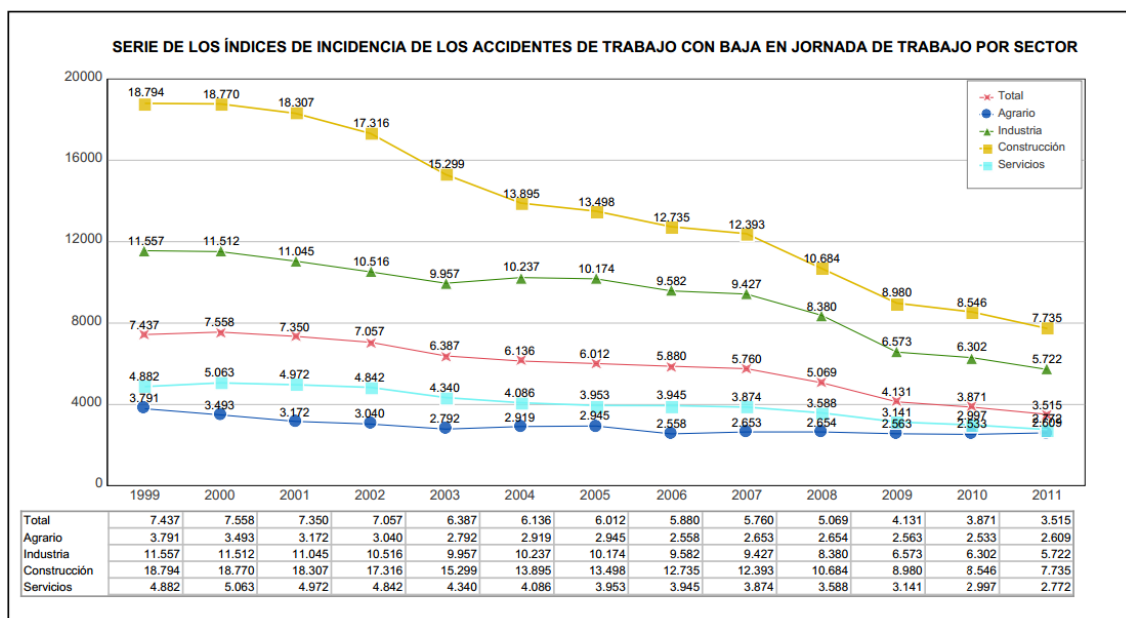


Figura 1.1 Evolución accidentes de trabajo con baja (1999-2011) [1]

En la figura 1.2 nos encontramos con un gráfico similar cuya única diferencia reside en que representa los accidentes mortales en jornada de trabajo. En él, podemos apreciar el dato significativo de una reducción de casi un 60% del número total de accidentes.

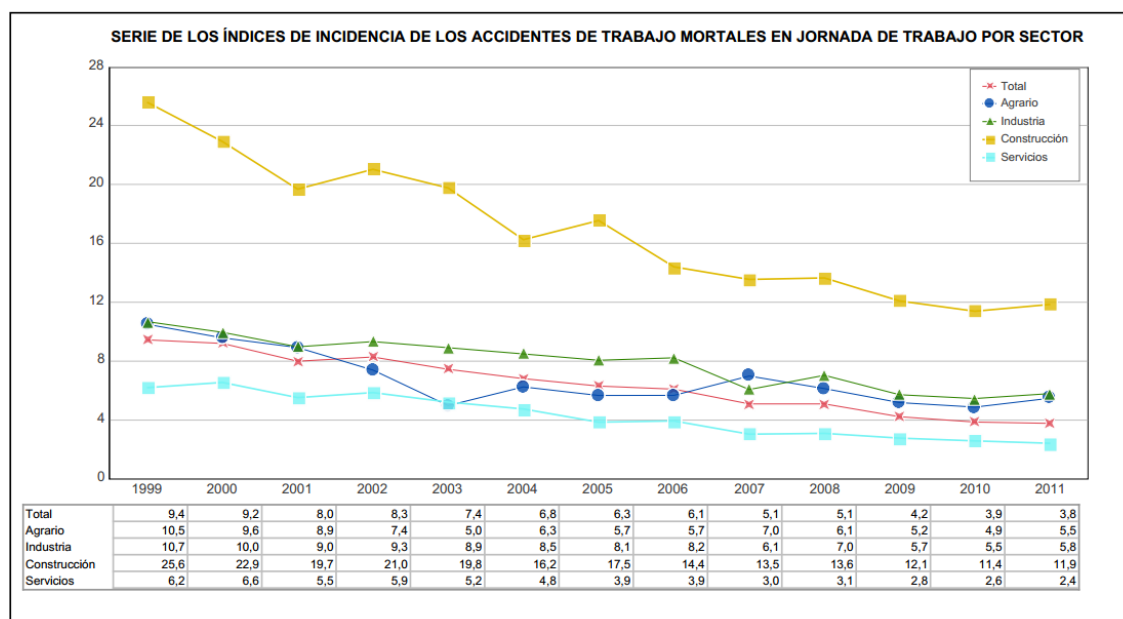


Figura 1.2 Evolución accidentes de trabajo mortales (1999-2011) [1]

A continuación se representan 3 tablas que reflejan el número total de accidentes de los dos últimos años y una relación entre ellas.

En la primera de ellas, tabla 1.1, están tabulados los datos del último año (Agosto 2011-Julio 2012) y en la tabla 2.2, los datos de hace dos años (Agosto 2010-Julio 2011). En el último año se registraron 430.614 accidentes de trabajo de los cuales la mayoría fueron leves (426.342) y en menor medida graves (3.808) y mortales (464).

Se puede destacar la disminución en todos los datos en la evolución del tiempo: número de accidentes de trabajo leves, graves, mortales e incluso una disminución en el número de población afiliada (casi 200.000 personas menos). La única excepción la encontramos en el sector agrario donde el número de muertes pasó de 57 a 61 en el último año.

Tabla 1.1 Siniestralidad laboral (Agosto2011-Julio2012) [2]

agosto 2011 a julio 2012	Nº ACCIDENTES DE TRABAJO LEVES	ÍNDICE INCIDENCIA TRABAJO LEVES	Nº ACCIDENTES DE TRABAJO GRAVES	ÍNDICE INCIDENCIA TRABAJO GRAVES	Nº ACCIDENTES DE TRABAJO MORTALES	ÍNDICE INCIDENCIA TRABAJO MORTALES	Nº ACCIDENTES DE TRABAJO TOTALES	ÍNDICE INCIDENCIA TRABAJO TOTALES	POBLACIÓN AFILIADA
Agrario	26.712	2.500	470	44,0	61	5,7	27.243	2.549	1.068.614
Industria	96.520	4.932	836	42,7	106	5,4	97.462	4.980	1.957.106
Construcción	56.498	6.302	756	84,3	86	9,6	57.340	6.396	896.529
Servicios	246.612	2.337	1.746	16,5	211	2,0	248.569	2.355	10.553.441
<b>Total</b>	<b>426.342</b>	<b>2.945</b>	<b>3.808</b>	<b>26,3</b>	<b>464</b>	<b>3,2</b>	<b>430.614</b>	<b>2.975</b>	<b>14.475.690</b>

Tabla 1.2 Siniestralidad laboral (Agosto2010-Julio2011) [2]

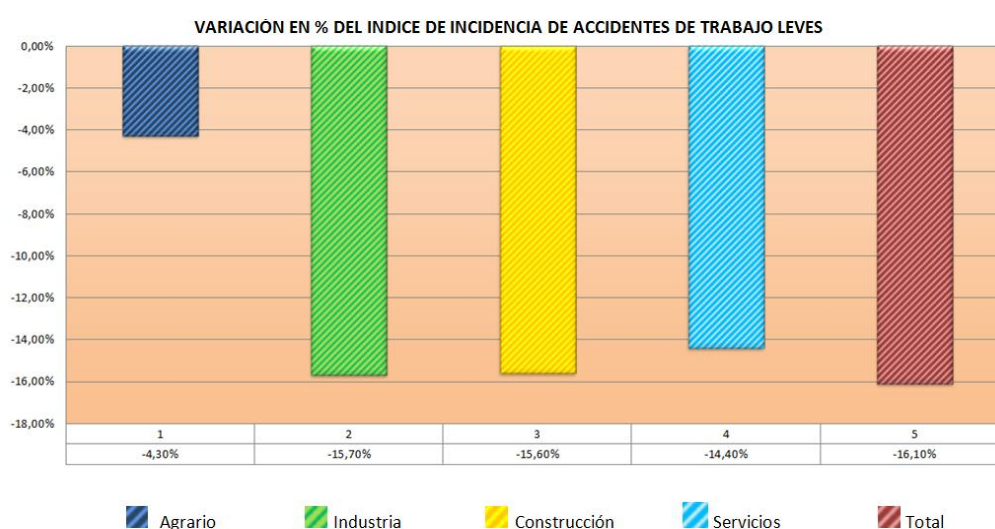
agosto 2010 a julio 2011	Nº ACCIDENTES DE TRABAJO LEVES	ÍNDICE INCIDENCIA TRABAJO LEVES	Nº ACCIDENTES DE TRABAJO GRAVES	ÍNDICE INCIDENCIA TRABAJO GRAVES	Nº ACCIDENTES DE TRABAJO MORTALES	ÍNDICE INCIDENCIA TRABAJO MORTALES	Nº ACCIDENTES DE TRABAJO TOTALES	ÍNDICE INCIDENCIA TRABAJO TOTALES	POBLACIÓN AFILIADA
Agrario	28.160	2.612	478	44,3	57	5,3	28.695	2.661	1.078.179
Industria	119.528	5.853	1.033	50,6	116	5,7	120.677	5.909	2.042.159
Construcción	81.950	7.470	1.029	93,8	116	10,6	83.095	7.574	1.097.103
Servicios	285.423	2.731	1.982	19,0	249	2,4	287.654	2.752	10.452.296
<b>Total</b>	<b>515.061</b>	<b>3.511</b>	<b>4.522</b>	<b>30,8</b>	<b>538</b>	<b>3,7</b>	<b>520.121</b>	<b>3.546</b>	<b>14.669.737</b>

La tabla comparativa 1.3 representa la variación interanual en porcentaje de los índices de incidencia por sector y gravedad y resume lo citado con anterioridad.

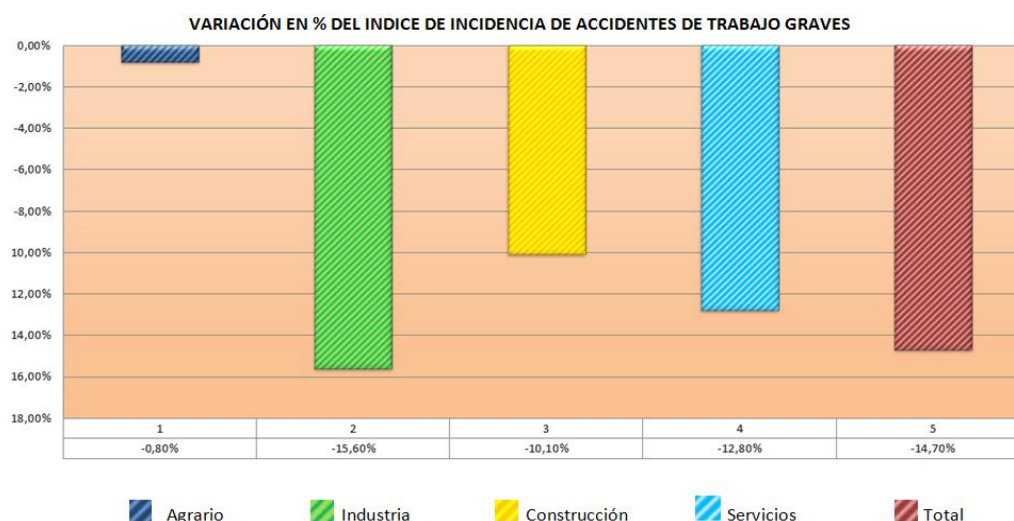
*Tabla 1.3 Variación interanual de los índices de incidencia (2011-2012) [2]*

VARIACIÓN INTERANUAL EN PORCENTAJE	ÍNDICE INCIDENCIA TRABAJO LEVES	ÍNDICE INCIDENCIA TRABAJO GRAVES	ÍNDICE INCIDENCIA TRABAJO MORTALES	ÍNDICE INCIDENCIA TRABAJO TOTALES
Agrario	-4,3%	-0,8%	8,0%	-4,2%
Industria	-15,7%	-15,6%	-4,6%	-15,7%
Construcción	-15,6%	-10,1%	-9,3%	-15,6%
Servicios	-14,4%	-12,8%	-16,1%	-14,4%
Total	-16,1%	-14,7%	-12,6%	-16,1%

Dicha tabla la podemos desglosar en 3 gráficos según la gravedad del accidente como reflejan las figuras 1.3, 1.4 y 1.5.



*Figura 1.3 Variación índice de incidencia de accidentes leves por sectores. [2]*



*Figura 1.4 Variación índice de incidencia de accidentes graves por sectores. [2]*

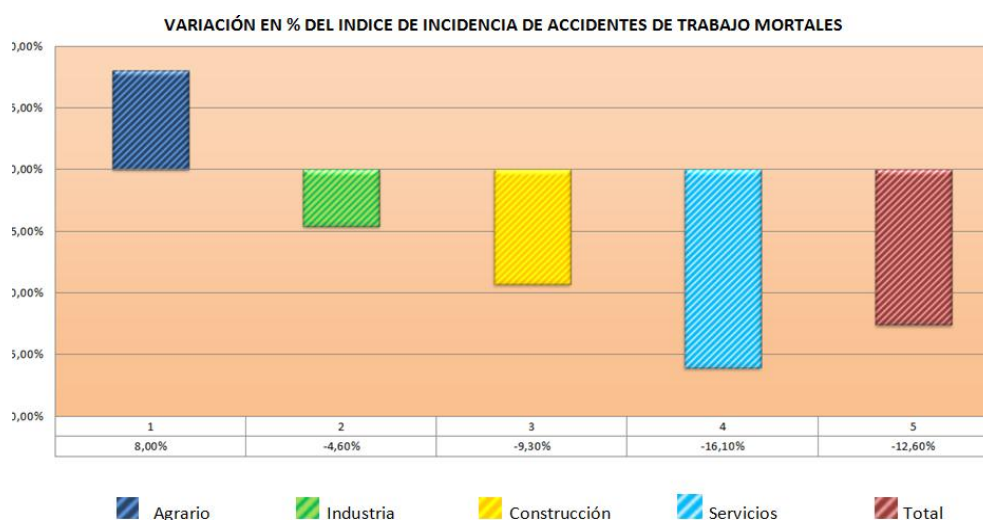


Figura 1.5 Variación índice de incidencia de accidentes mortales por sectores. [2]

La tabla 1.4 representa la variación en % del último año respecto del anterior del número de accidentes, población afiliada e índice de incidencia total.

Tabla 1.4 Variación (%) interanual del número de accidentes, población afiliada e índice de incidencia total (2011-2012) [2]

	Nº ACCIDENTES DE TRABAJO TOTALES	Variación en % respecto al periodo anterior	POBLACIÓN AFILIADA	Variación en % respecto al periodo anterior	ÍNDICE INCIDENCIA TRABAJO TOTALES	Variación en % respecto al periodo anterior
Agrario	27.243	-5,06%	1.068.614	-0,88%	2.549	-4,20%
Industria	97.462	-19,23%	1.957.106	-4,16%	4.980	-15,72%
Construcción	57.340	-30,99%	896.529	-18,28%	6.396	-15,55%
Servicios	248.569	-13,58%	10.553.441	0,96%	2.355	-14,42%
<b>Total</b>	<b>430.614</b>	<b>-17,2%</b>	<b>14.475.690</b>	<b>-1,32%</b>	<b>2.975</b>	<b>-16,10%</b>

Los datos tabulados en la tabla anterior, quedan reflejados en la figura 1.6 en la que se aprecia una disminución de casi un 20% del número de accidentes y la variación del índice de los mismos. Además refleja la disminución (las casi 200.000 personas citadas anteriormente) del número en la población afiliada.

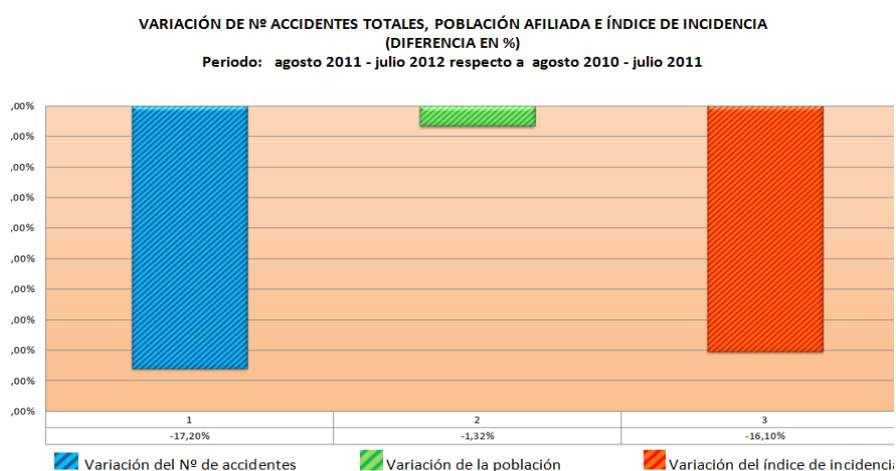


Figura 1.6 Variación (%) interanual del número de accidentes, población afiliada e índice de incidencia total (2011-2012) [2]

### 1.2.1 ACCIDENTABILIDAD ELÉCTRICA

La primera muerte por electrocución se comunicó en 1879. En países como los Estados Unidos se producen más de 1000 muertos anuales por esta causa, además de 150 muertos por rayo. Las quemaduras eléctricas representan un 2 % de los ingresos en las unidades de quemados de los hospitales, el 65 % se producen en el lugar de trabajo (normalmente empresas eléctricas), el 32 % son domésticos y el 3 % de causas varias.

A título orientativo podemos decir que representan sólo del 0,5 al 0,8 % de los accidentes con baja laboral, pero este bajo porcentaje se corresponde con el 8 % de los accidentes mortales en los centros de trabajo, lo cual indica que se asocian a lesiones muy graves.

Son más frecuentes en varones de 20 a 30 años, siendo la corriente alterna de baja tensión la más involucrada en los accidentes.

Aunque el índice de accidentes de trabajo por riesgo eléctrico representa un porcentaje relativamente bajo respecto de otras formas de accidentabilidad (Según datos estadísticos del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, representa el 0,4 % de los accidentes) este tipo de accidentes está más generalizado de lo que se pudiera suponer.

El hecho de estar tan “ familiarizados “ con la energía eléctrica, junto al incumplimiento de medidas de seguridad o procedimientos de trabajo, conlleva que entorno a la mitad de los accidentes que están relacionados con este tipo de energía, tenga consecuencias muy graves o mortales para el trabajador.

A continuación se exponen las lesiones más comunes junto con la forma la forma de producirse son las siguientes. En los gráficos de la figura 1.7 podemos observar como se producen principalmente por:

- Desconocimiento de las medidas de seguridad
- Falta de procedimientos de trabajo.
- Uso de equipos de trabajo no adecuados.
- No uso de equipos de protección tales como guantes, pantallas, etc.

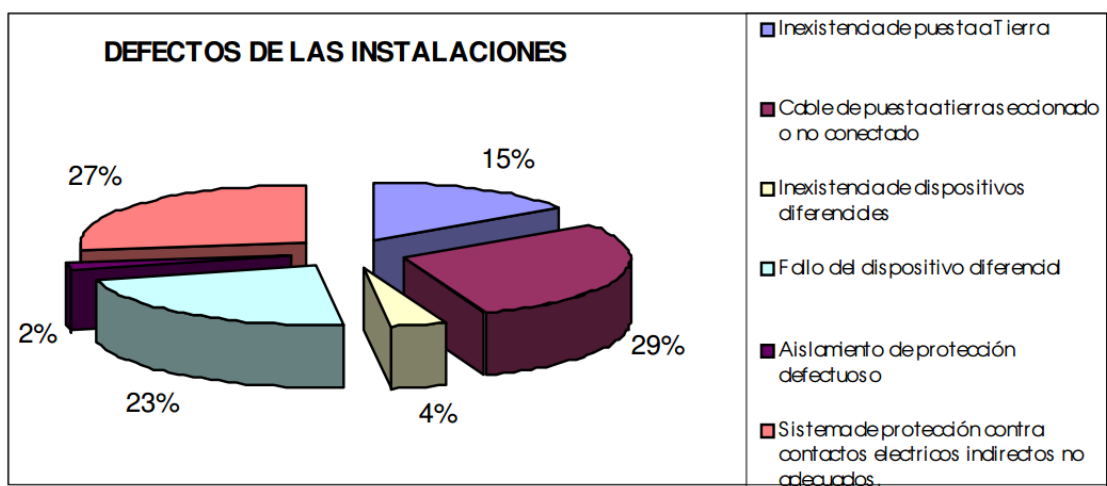
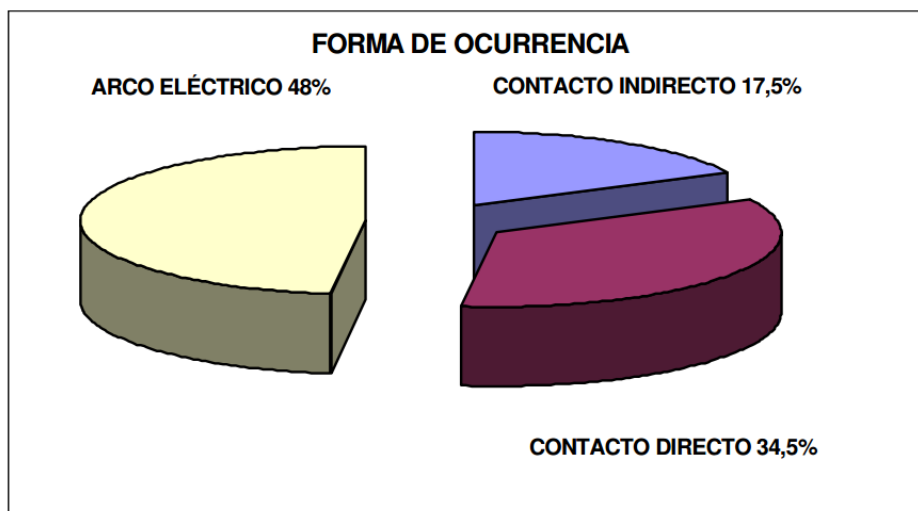
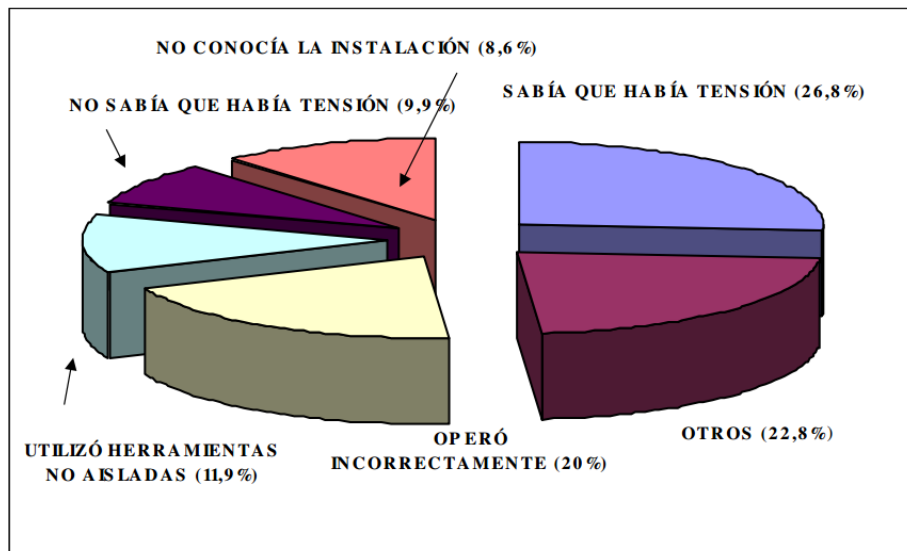


Figura 1.7 Detalles de accidente por forma de ocurrencia. [3]

### 1.3 OBJETIVOS DEL TRABAJO

El objetivo de este Proyecto es facilitar, a modo de guía, el diseño de las actuaciones y procedimientos que permitan conformar el Sistema de Prevención de Riesgos Laborales en el campo de la electricidad.

Para ello primero analizaremos en el **capítulo 2** los principales peligros de riesgo eléctrico y se realizará una primera distinción entre riesgos por contacto directo (contactos de personas con partes activas de la instalación) y riesgos por contacto indirecto (contactos con masas puestas accidentalmente bajo tensión). Además, se realiza una introducción al arco eléctrico, debido a su importancia en la forma de ocurrencia en los accidentes laborales.

A continuación, en el **capítulo 3**, se estudia el efecto (directo, indirecto o secundario) que provoca la corriente eléctrica en su paso por el organismo. Dicho efecto producirá un daño en mayor o menor medida en función de unos factores como la propia resistencia de la persona, el recorrido de la corriente, la frecuencia o la duración del paso.

Una vez identificado el riesgo y el efecto producido, se trata de elaborar un plan de protección contra contactos eléctricos en baja tensión. En el **capítulo 4**, se aborda la protección contra contactos directos (manteniendo las distancias mínimas) e indirectos, haciendo una distinción en estos últimos en 2 clases: clase A (impedir contactos simultáneos para evitar diferencias de potencial peligrosas) y clase B (asociación a un dispositivo de corte automático que origine la desconexión).

En el **capítulo 5**, se tratan trabajos y maniobras en instalaciones de baja y alta tensión. En baja tensión se puede distinguir entre trabajos con o sin tensión y en alta tensión se estudian las 5 reglas de oro que forman parte del modelo preventivo para instalaciones de este tipo. Además se recogen los principales equipos de protección individual (EPIs), tanto individuales como colectivos y se analizan medios preventivos en diversos trabajos.

En el análisis de los locales de trabajo se distinguen los locales con riesgo de incendio o explosión, como se verá en el **capítulo 7**, y aquellos que tienen características especiales, en el **capítulo 8**. En los primeros, analizaremos la clasificación y terminología específica y los modos de protección en instalaciones presentes en las zonas peligrosas de los locales. En los segundos, las características propias de locales húmedos, mojados, con condiciones extremas de temperatura o con riesgo de corrosión, entre otros.

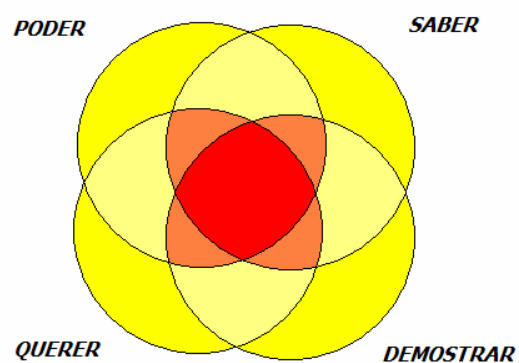
Por último, en el **capítulo 8**, se elabora una guía para la acción preventiva orientada al empresario y trabajadores que formen parte de una microempresa. A lo largo de la guía se valorarán los principales peligros en distintos aspectos (locales, electricidad, agentes físicos, agentes organizativos, etc.) así como acciones preventivas para mejorar la seguridad. Se trata, no obstante de un método sencillo y eficaz en la productividad de la empresa y que no necesita una formación específica en la materia para llevarlo a cabo.



Para diseñar e implantar un Sistema de Prevención eficaz, es necesario que se solapen 4 aspectos fundamentales dentro de la empresa que quiera llevar a cabo esta tarea e implantar una cultura preventiva en la misma:

- Querer hacerlo: la dirección deberá actuar, según la reglamentación, y entender el valor y la contribución al buen funcionamiento de la empresa.
- Poder hacerlo: disponer de los recursos materiales y organizativos necesarios.
- Saber hacerlo: conocimientos y destrezas en materia preventiva y riesgos laborales.
- Demostrar: interna y externamente que lo que estamos haciendo, además de cumplir la legalidad, es útil personal y colectivamente a todos los miembros de la organización.

**INTEGRACIÓN DE CÍRCULOS DE ACTUACIÓN  
PARA UNA PREVENCIÓN EFECTIVA**



*Figura 1.8: Diseño e implantación de un Sistema de Prevención eficaz. [4]*



## CAPITULO 2.

### RIESGO ELÉCTRICO

Los principales peligros que presenta la electricidad son los contactos de las personas con ella a través de partes en tensión de algún elemento de una instalación. Estos contactos pueden ser:

- Contacto eléctrico directo: Contactos de personas con partes activas de los materiales y equipos.
- Contacto eléctrico indirecto: Contactos de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión.
  - Arco eléctrico: Corriente eléctrica entre dos conductores que viaja a través del aire

#### 2.1 CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS

Definimos el contacto eléctrico directo como: el contacto de personas con partes activas (fases o neutro) de una instalación, o con partes de la misma que normalmente están bajo tensión.

El Reglamento Eléctrico para Baja Tensión lo define como: el contacto de personas con partes activas de los materiales y equipos, entendiendo por partes activas el conjunto de conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal.

En las figuras 2.1 y 2.2 se observan diferentes ejemplos de contactos eléctricos directos.

La forma de producirse un contacto eléctrico directo puede ser:

- Contacto directo con dos conductores activos de una línea
- Contacto directo con un conductor activo de línea y masa o tierra
- Contacto directo por descarga inductiva

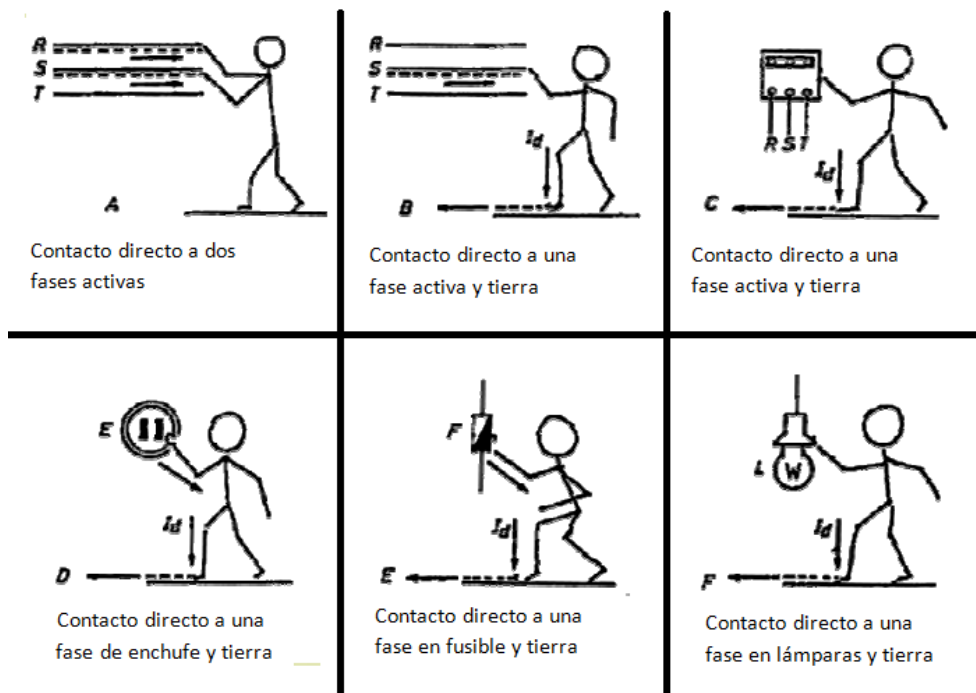
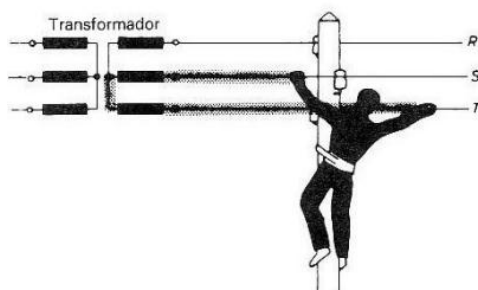
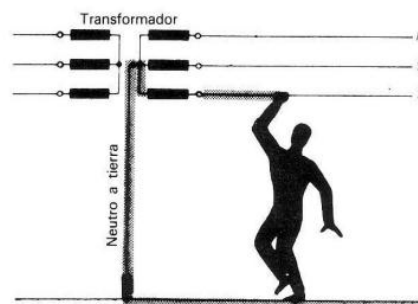


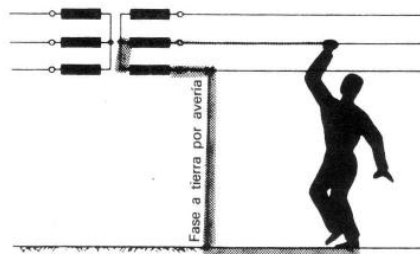
Figura 2.1. Contactos eléctricos directos (1). [5]



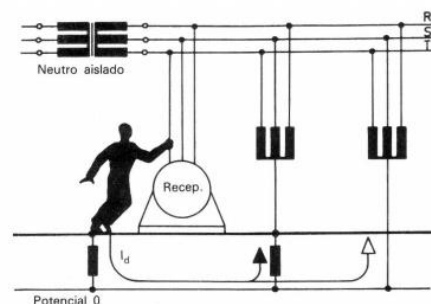
Contacto entre dos conductores activos.



Contacto entre una fase y tierra con neutro a tierra



Contacto entre una fase y tierra con neutro no a tierra



Contacto directo en distribución con neutro aislado.

Figura 2.2. Contactos eléctricos directos (2). [5]

### CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS

Por contacto eléctrico indirecto entendemos el contacto de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión, que en condiciones normales de funcionamiento están sin tensión.

Cuando una persona está en contacto con la masa de un receptor con un fallo de aislamiento y otra masa metálica cuyo valor de puesta a tierra es más débil, la tensión de contacto indirecto ( $U_c$ ) es proporcional al valor de la corriente de defecto. La corriente corporal es inversamente proporcional a la resistencia del cuerpo, como en el caso anterior.

En las figuras 2.3 y 2.4 se observan diferentes ejemplos de contactos eléctricos indirectos.

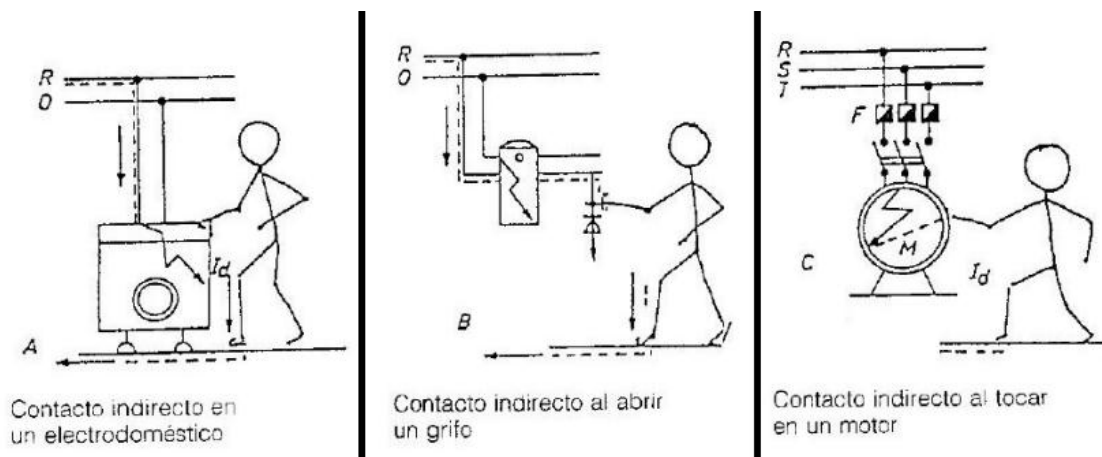
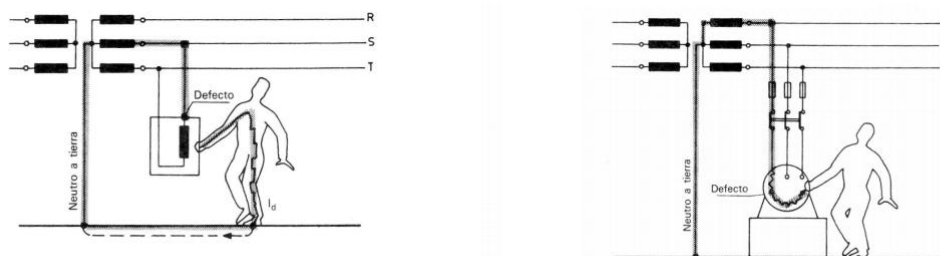


Figura 2.3. Contactos eléctricos indirectos (1). [5]



Contacto eléctrico indirecto por una pérdida de aislamiento.

Contacto eléctrico indirecto con la carcasa de un conductor puesto a tierra.

Figura 2.4. Contactos eléctricos indirectos (2). [5]

### 2.1.1 ARCO ELÉCTRICO

El Arco eléctrico es un tipo de contacto indirecto que provoca un elevado volumen de accidentes eléctricos. En la formación del arco eléctrico, un circuito inductivo, dota a los electrones de energía suficiente para salvar la distancia que aparece en la zona de separación de los conductores. Estos electrones rompen la rigidez dieléctrica del aire, ionizan el gas y crean el plasma necesario que facilita el paso de la corriente.

Está constituido por una columna de gas conductor (plasma) a una elevada temperatura y su forma puede ser cualquiera y nada tiene que ver con la de un arco. Es semejante, entonces, a un conductor gaseoso cuya forma se adapta a las fuerzas electrodinámicas que actúan sobre él.

Se trata de un conductor de elevada resistencia y velocidad de desplazamiento muy alta (en torno a 200-250 m/s para corriente de 15-20 kA).

Se puede producir por diferentes causas:

- Debilitamiento progresivo de la resistencia de aislamiento entre fases o entre fases y tierra.
- Intervención de un elemento conductor ajeno a la estructura.
- Aproximación excesiva a elementos conductores.
- Fallos en dispositivos de maniobra y protección.
- Sobre tensiones (caso excepcional en BT donde podemos encontrarnos sobre tensiones en torno a 8-10 kV)

Y pueden tener lugar los siguientes efectos:

- Efecto térmico donde el calor liberado funde el metal, carboniza los aislantes, calienta el aire próximo y aumenta la presión del entorno.
- Efecto de presión que resulta del rápido calentamiento de un volumen reducido de aire.
- Efecto sonoro que proviene del mencionado cambio brusco de presión.
- Efecto luminoso debido a las radiaciones UV capaces de dañar la vista de una persona cercana al arco (sobre todo por la ionización del entorno).

### 2.2 DEFINICIONES

- **Aislamiento funcional**  
Aislamiento necesario para asegurar el funcionamiento normal de un aparato y la protección fundamental contra los contactos directos.
- **Aislamiento de protección o suplementario**  
Aislamiento independiente del funcional, previsto para asegurar la protección contra los contactos indirectos en caso de defecto del aislamiento funcional.

- **Aislamiento reforzado**  
Aislamiento cuyas características mecánicas y eléctricas hacen que pueda considerarse equivalente a un doble aislamiento.
- **Alta sensibilidad**  
Se consideran los interruptores diferenciales como de alta sensibilidad cuando el valor de ésta es igual o inferior a 30 miliamperios.
- **Cebado**  
Régimen variable durante el cual se establece el arco o la chispa.
- **Circuito**  
Un circuito es un conjunto de materiales eléctricos (conductores, aparamenta, etc.) de diferentes fases o polaridades, alimentados por la misma fuente de energía y protegidos contra las sobreintensidades por él o los mismos dispositivos de protección. No quedan incluidos en esta definición los circuitos que forman parte de los aparatos de utilización o receptores.
- **Conductores activos**  
Se consideran como conductores activos en toda instalación los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna, a los conductores polares y al compensador en corriente continua.
- **Conductores aislados bajo cubierta estanca**  
Son conductores que, aislados por cualquier materia, presentan una cubierta de protección constituida por un tubo de plomo continuo o por un revestimiento de policloruro de vinilo, de policloropreno, de polietileno o de materias equivalentes.
- **Conductor flexible**  
Son los formados por una o varias filásticas. Están previstos para canalizaciones móviles, aunque pueden ser instalados, en canalizaciones amovibles y fijas.
- **Conductor rígido**  
Son los formados por uno o varios alambres. Están previstos para canalizaciones amovibles y fijas.
- **Contactos directos**  
Contactos en los que las personas entran en contacto con una parte activa de la instalación que está bajo tensión.

- Contactos indirectos  
Contactos en los que las personas entran en contacto con algún elemento que no forma parte del circuito eléctrico y que en condiciones normales no debería tener tensión pero que la ha adquirido accidentalmente.
- Corriente de contacto  
Corriente que pasa a través del cuerpo humano cuando está sometido a una tensión.
- Corriente de defecto o de falta  
Corriente que circula debido a un defecto de aislamiento.
- Corte omnipolar  
Corte de todos los conductores activos. Puede ser:
  - Simultáneo, cuando la conexión y desconexión se efectúa al mismo tiempo en el conductor neutro o compensador y en las fases o polares.
  - No simultáneo, cuando la conexión del neutro o compensador se establece antes que las de las fases o polares y se desconectan éstas antes que el neutro o compensador.
- Choque eléctrico  
Efecto fisiológico debido al paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano.
- Dedo de prueba o sonda portátil de ensayo  
Es un dispositivo de forma similar a un dedo, incluso en sus articulaciones, internacionalmente normalizado, y que se destina a verificar si las partes activas de cualquier aparato o material son accesibles o no al utilizador del mismo. Existen varios tipos de dedos de prueba, destinados a diferentes aparatos, según su clase, tensión, etc.
- Defecto franco  
Conexión accidental, de impedancia despreciable, entre dos puntos a distintos potenciales.
- Defecto a tierra  
Defecto de aislamiento entre un conductor y tierra.
- Doble aislamiento  
Aislamiento que comprende a la vez un aislamiento funcional y un aislamiento de protección suplementario.
- Elementos conductores  
Todos aquellos que pueden encontrarse en un edificio, aparato, etc. y que son susceptibles de propagar un potencial, tales como: estructuras metálicas o de hormigón armado utilizadas en la construcción de edificios (p.e.: armaduras, paneles, carpintería metálica, etc.), canalizaciones metálicas de agua, gas, calefacción, etc., y los

aparatos no eléctricos conectados a ellas si la unión constituye una conexión eléctrica (p.e.: radiadores, cocinas, fregaderos metálicos, etc.), suelos y paredes conductores.

- **Fuente de energía**  
Aparato generador o sistema suministrador de energía eléctrica.
- **Fuente de alimentación de energía**  
Lugar o punto donde una línea, una red, una instalación o un aparato recibe energía eléctrica que tienen que transmitir, repartir o utilizar.
- **Impedancia**  
Cociente de la tensión en los bornes de un circuito por la corriente que fluye por ellos. Esta definición sólo es aplicable a corrientes sinusoidales. Se mide en ohmios ( $\Omega$ ).
- **Instalación eléctrica**  
Conjunto de aparatos y de circuitos asociados en previsión de un fin particular: producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.
- **Intensidad de defecto**  
Valor que alcanza una corriente de defecto.
- **Línea general de distribución**  
Canalización eléctrica que enlaza otra canalización, un cuadro de mando y protección o un dispositivo de protección general con el origen de canalizaciones que alimentan distintos receptores, locales o emplazamientos.
- **Luminaria**  
Aparato que sirve para repartir, filtrar o transformar la luz de las lámparas y que incluye todas las piezas necesarias para fijar y protegerlas y para conectarlas al circuito de alimentación.
- **Masa**  
Conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas.

Las masas comprenden:

Las partes metálicas accesibles de los materiales y de los equipos eléctricos, separadas de las partes activas solamente por un aislamiento funcional, las cuales son susceptibles de ser puestas bajo tensión a consecuencia de un fallo de las disposiciones tomadas para asegurar su aislamiento. Este fallo puede resultar de un defecto del aislamiento funcional o de las disposiciones de fijación y protección.

Por tanto, son masas las partes metálicas accesibles de los materiales eléctricos, excepto los de la clase II, las armaduras metálicas de los cables y las conducciones metálicas de agua, gas, etc.

Los elementos metálicos en conexión eléctrica o en contacto con las superficies exteriores de materiales eléctricos, que estén separadas de las partes activas por aislamientos funcionales, lleven o no estas superficies exteriores algún elemento metálico.

Por tanto, son masas las piezas metálicas que forman parte de las canalizaciones eléctricas, los soportes de aparatos eléctricos con aislamiento funcional y las piezas colocadas en contacto con la envoltura exterior de estos aparatos.

Por extensión, también puede ser necesario considerar como masa todo objeto metálico situado en la proximidad de partes activas no aisladas, y que presenta un riesgo apreciable de encontrarse unido eléctricamente con estas partes activas, a consecuencia de un fallo de los medios de fijación (p.e.: aflojamiento de una conexión, rotura de un conductor, etc.).

- Partes activas  
Conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal. Incluyen el conductor neutro o compensador y las partes a ellos conectadas. Excepcionalmente, las masas no se considerarán como partes activas cuando estén unidas al neutro con finalidad de protección contra los contactos indirectos.
- Punto a potencial cero  
Punto del terreno a una distancia tal de la instalación de toma de tierra, que el gradiente de tensión resulta despreciable cuando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.
- Receptor  
Aparato o máquina eléctrica que utiliza la energía eléctrica para un fin particular.
- Red de distribución  
El conjunto de conductores con todos sus accesorios, sus elementos de sujeción, protección, etc., que une una fuente de energía o una fuente de alimentación de energía con las instalaciones interiores o receptoras.
- Redes de distribución privadas  
Son las destinadas por un único usuario a la distribución de energía eléctrica en Baja Tensión a locales o emplazamientos de su propiedad o a otros especialmente autorizados por el M.I.N.E.R.



Las redes de distribución privadas pueden tener su origen:

- En centrales de generación propias
- En redes de distribución pública. En este caso, son aplicables en el punto de entrega de la energía los preceptos fijados por el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía

- Redes de distribución pública

Son las destinadas al suministro de energía eléctrica en Baja Tensión a varios usuarios. En relación con este suministro son de aplicación para cada uno de ellos los preceptos fijados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como los del Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.

Las redes de distribución pública pueden ser:

- Pertenecientes a empresas distribuidoras de energía
- De propiedad particular o colectiva

- Resistencia global o total de tierra

Es la resistencia de tierra medida en un punto, considerando la acción conjunta de la totalidad de las puestas a tierra.

- Resistencia de tierra

Relación entre la tensión que alcanza con respecto a un punto a potencial cero una instalación de puesta a tierra y la corriente que la recorre.

- Suelo no conductor

Suelo o pared no susceptible de propagar potenciales.

Se considera así el suelo (o la pared) que presenta una resistencia igual a  $50.000 \Omega$  como mínimo.

La medida del aislamiento de un suelo se efectúa recubriéndolo con una tela húmeda cuadrada de aproximadamente 270 milímetros de lado, sobre la que se dispone una placa metálica no oxidada, cuadrada, de 250 milímetros de lado y cargada con una masa M de, aproximadamente, 75 kilogramos (peso medio de una persona).

Se efectúan en un mismo local tres medidas por lo menos, una de ellas sobre una superficie situada a un metro de un elemento conductor, si existe, en el local considerado.

Ninguna de estas tres medidas debe ser inferior a  $50.000 \Omega$  para poder considerar el suelo como no conductor.

Si el punto neutro de la instalación está aislado de tierra, es necesario para realizar esta medida poner temporalmente a tierra una de las fases no utilizada para la misma.

- **Tensión de contacto**  
Diferencia de potencial que durante un defecto puede resultar aplicada entre la mano y el pie de una persona que toque con aquélla una masa o elemento metálico, normalmente sin tensión. Para determinar este valor se considerará que la persona tiene los pies juntos, a un metro de la base de la masa o elemento metálico toca y que la resistencia del cuerpo entre mano y pie es de  $2.500 \Omega$ .
- **Tensión de defecto**  
Tensión que aparece a causa de un defecto de aislamiento entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor o entre una masa y tierra.
- **Tensión nominal de un aparato**  
Tensión prevista de alimentación del aparato y por la que se designa.  
Gama nominal de tensiones: intervalo entre los límites de tensión previstas para alimentar al aparato.  
En caso de alimentación trifásica, tensión nominal se refiere a la tensión entre fases.
- **Tensión nominal de un conductor**  
Tensión a la cual el conductor debe poder funcionar permanentemente en condiciones normales de servicio.
- **Tensión con relación o respecto a tierra**  
Se entiende como tensión con relación a tierra:
  - En instalaciones trifásicas con neutro aislado o no unido directamente a tierra, a la tensión nominal de la instalación.
  - En instalaciones trifásicas con neutro unido directamente a tierra, a la tensión simple de la instalación.
  - En instalaciones monofásicas o de corriente continua si punto de puesta a tierra, a la tensión nominal.
  - En instalaciones monofásicas o de corriente continua con punto mediano puesto a tierra, a la mitad de la tensión nominal.

NOTA: Se entiende por neutro directamente a tierra, cuando la unión a la instalación de torna a tierra se hace sin interposición de una resistencia limitadora.

- **Tensión a tierra**  
Tensión entre una instalación de puesta a tierra y un punto a potencial cero citando pasa por dicha instalación una corriente de defecto.
- **Tierra**  
Masa conductora de tierra o todo conductor unido a ella por una impedancia muy pequeña.

## CAPITULO 3.

### EFFECTO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA SOBRE EL ORGANISMO

El cuerpo humano es conductor de la corriente eléctrica y en ocasiones cuando el cuerpo humano forma parte de un circuito eléctrico es atravesado por la corriente eléctrica, y dependiendo de la intensidad puede producir sobre el organismo desde un leve cosquilleo, quemaduras, bloqueos musculares, alteraciones del ritmo cardíaco, incluso la muerte.

#### **3.1 EFECTOS DEL PASO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA**

El efecto que produce la corriente al atravesar el cuerpo humano depende de las condiciones, del circuito que se genera al entrar contacto.

Los factores que defienden el circuito eléctrico del que forma parte el cuerpo podemos destacar:

- Intensidad de la corriente que recorre el organismo  
A mayor intensidad de paso de corriente serán mas graves los efectos, tal y como se aprecia en la tabla 3.1.
- Resistencia que opone el cuerpo al paso de la corriente  
Depende fundamentalmente de la humedad de la piel y de la dureza de la misma, así para una piel seca y un poco callosa, se han medido resistencias de hasta 50.000 ohmios, mientras que para una mano sumergida en agua ésta baja hasta unos 50 ohmios.
- Frecuencia  
Dentro de la corriente alterna es más peligrosa la de baja frecuencia (50-60 Hz) que la de alta frecuencia (10.000 Hz). El efecto fundamental de esta última es el calentamiento de la piel.
- Tiempo de contacto  
Para intensidades de paso mayores de 10 mA a medida que aumenta el tiempo de contacto éste se hace más peligroso.
- Recorrido que sigue la corriente al atravesar el cuerpo  
Existen unos recorridos que están considerados como peligrosos.

De todos estos factores los más importantes son la intensidad y el tiempo que la intensidad está circulando por el cuerpo (duración del contacto eléctrico), sin olvidar el recorrido que realiza la corriente.

Tabla 3.1 Intensidades y efectos sobre el organismo. [6]

Intensidad eficaz en mA a 50 Hz	Duración del contacto eléctrico	Fenómeno fisiológico en el organismo
0 a 3	No influye	Umbral de percepción, no existe riesgo de electrocución
3 a 15	No influye	Imposibilidad de soltarse, variable hasta la tetanización
15 a 25	Minutos	Límite de la tolerancia, dificultad de respirar, aumenta la presión arterial, contracción de brazos
25 a 50	Segundos	Fuerte tetanización, alteraciones cardíacas, inconsciencia, fibrilación ventricular
50 a 5.000 (5 A)	Si dura menos de un ciclo cardíaco	No se produce fibrilación ventricular, choque fuerte
	Superior a un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular, inicio de electrocución, marcas visibles sobre la piel
Superior a 5.000 (5 A)	Menos de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. El comienzo de la electrocución depende de la fase del ciclo cardíaco, inconsciencia, marcas visibles
	Superior a un ciclo cardíaco	Paro cardíaco reversible, quemaduras, inconsciencia, marcas visibles sobre la piel

La secuencia de los efectos sobre el organismo que produce el aumento de los valores de la intensidad de corriente es:

a) Umbral de percepción:

Se denomina umbral de percepción al valor de la corriente eléctrica que puede soportar una persona si, cuando sujeta con las manos un electrodo en tensión, sufre una sensación de cosquilleo, no desagradable ni con dolor muscular. La norma UNE 20-572-92/1 fija este valor en 0,5 mA, cualquiera que sea el tiempo de exposición.

b) Corriente límite de control muscular:

Se define así al valor máximo de intensidad que puede soportar una persona, siendo capaz además de soltar el electrodo. En corriente alterna, este valor es de 16 mA y en corriente continua de 76 mA.

c) Umbral de contracción muscular:

El umbral de contracción muscular es aquel que produce una contracción violenta de los músculos contráctores o extensores dejando a la persona

pegada al conductor o proyectándola violentamente (en el primer caso, la persona es incapaz de soltarse por sí sola si no se corta la corriente). Si se contraen los músculos respiratorios se produce la asfixia. La norma UNE 20-572-92/1, lo denomina *umbral de no soltar* y fija su valor en 10 mA.

d) Fibrilación ventricular:

La fibrilación ventricular es una acción independiente de las fibras musculares cardíacas que produce una contracción no coordinada y que entraña la supresión inmediata de la actividad fisiológica del corazón. Como no puede circular la sangre oxigenada y, por tanto, es imposible hacerla llegar al cerebro, se producen lesiones cerebro bulbares graves en pocos minutos.

### 3.2. RESISTENCIA ELÉCTRICA DE LA PERSONA

La intensidad es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia que el cuerpo opone al paso de la corriente. (Ley de Ohm). De esta manera, la intensidad que va a recorrer el organismo va a depender de la resistencia que éste ofrezca al paso de la corriente.

Esta resistencia depende de:

- Grado de humedad de la piel
- Superficie de contacto
- Presión de contacto
- Dureza de la epidermis
- Características y el estado fisiológico de las personas

Existen cuatro casos fundamentales del estado de humedad de la piel:

- 1) Piel seca
- 2) Piel húmeda: considerada como caso habitual debido al sudor y contacto simple (contacto de una persona tocando o teniendo en la mano un aparato eléctrico)
- 3) Piel mojada: situaciones donde la piel está mojada y contacto doble (se considera que los pies están mojados hasta el punto de no tener en cuenta la resistencia de los pies)
- 4) Inmersión: la resistencia de la piel es la resistencia interna del cuerpo humano. Los valores mínimos de la resistencia del cuerpo humano con la piel seca (sin ninguna humedad, ni siquiera sudor) corresponden aproximadamente al doble de los valores indicados anteriormente. La resistencia del cuerpo humano es igualmente más elevada si la superficie de contacto entre el cuerpo y el conductor es pequeña y la parte conductora no está empuñada.

Si la corriente no pasa a través de las extremidades, deben tenerse en cuenta valores más pequeños y lo mismo si el cuerpo está totalmente sumergido.

### **3.3. FRECUENCIA DE LA CORRIENTE**

En corriente alterna, cuanto mayor es la frecuencia menores son sus efectos. Se ha comprobado que a partir de 1.000 Hz los umbrales que implican afección del organismo aumentan, es decir, disminuyen los efectos sobre el organismo humano.

A partir de los 5.000 Hz las corrientes no penetran en el cuerpo y, sólo se propagan superficialmente por la piel Sin embargo, a partir de 100.000 Hz se produce calentamiento de los tejidos por efecto Joule, así como efectos provocados por la exposición a campos electromagnéticos de elevada potencia.

La corriente continua para valores de intensidad de corriente iguales, resulta menos peligrosa que la corriente alterna. Sin embargo, si el paso de la corriente continua por el cuerpo se realiza durante un período de tiempo grande puede provocar el efecto de electrólisis de la sangre y la formación de gases que dan lugar a una embolia gaseosa.

### **3.4. RECORRIDO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA**

La influencia del recorrido de la corriente en sus consecuencias es debido a la importancia de los órganos de quienes afecta la corriente a su paso.

La corriente eléctrica siempre sigue el camino que le ofrece menos resistencia ante un contacto eléctrico realizado entre dos puntos a distinto potencial.

Por lo tanto, las consecuencias que la corriente eléctrica produce en el organismo depende de los órganos que ésta atraviese, así, aquellos recorridos que pasan por la cabeza o el tórax son más graves que los demás.

En la Figura 3.1 se observan los valores porcentuales relativos de la impedancia del cuerpo humano para diferentes trayectorias. La trayectoria de referencia corresponde al recorrido mano-mano y se le asigna el valor 100.

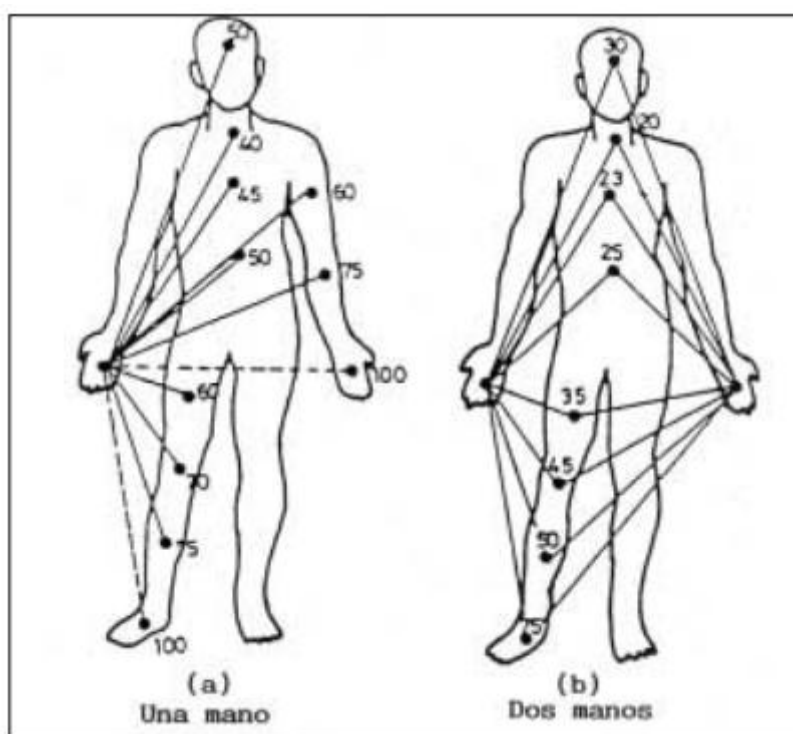


Figura 3.1. Recorrido de la corriente eléctrica. [7]

Para otros trayectos se aplica el llamado factor de corriente de corazón “F”, que permite calcular la equivalencia del riesgo de las corrientes que teniendo recorridos diferentes atraviesan el cuerpo humano. Se representan en la figura 3.2.

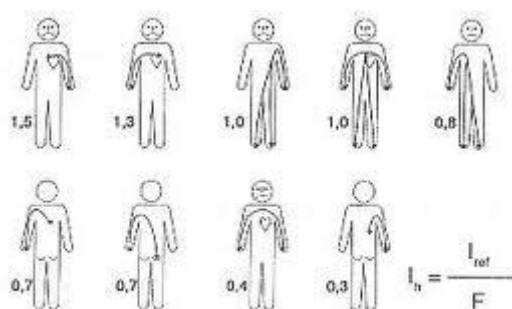


Figura 3.2. Factor de corriente de corazón “F”. [8]

La mencionada equivalencia se calcula mediante la expresión I:

$$I_h = \frac{I_{ref}}{F} \quad \text{[Expresión I]}$$

Siendo,

$I_h$  = corriente que atraviesa el cuerpo por un trayecto determinado.

$I_{ref}$  = corriente «mano izquierda-pies».

F = factor de corriente de corazón.

### **3.5. TIEMPO DE DURACIÓN DEL PASO**

Junto con la intensidad es la otra característica que influye mucho en los efectos y las consecuencias del contacto eléctrico.

El tiempo de paso de la corriente eléctrica se denomina umbral absoluto de tiempo y representa el período máximo que una persona puede soportar, sin peligro, el paso de la corriente eléctrica en baja tensión (de cualquier intensidad) por su cuerpo.

De investigaciones y estudios realizados se confirma que la fibrilación ventricular es, de entre todos los efectos graves que origina la corriente eléctrica en el cuerpo humano el que necesita menos tiempo para producirse. Sin embargo, no se produce si el paso es aproximadamente de 0,025 segundos o inferior.

### **3.6. CAPACIDAD DE REACCIÓN**

El efecto que la corriente eléctrica produce en cada persona es diferente dependiendo de las características de la persona afectada.

Algunas de las características que afectan son las siguientes:

- Estado físico y psicológico
- Grado de alcohol
- Nerviosismo o excitación
- Problemas cardíacos
- Edad, sexo, hambre, raza, etc.
- Si está dormido o despierto (si está dormido aguante, aproximadamente, el doble de intensidad o excitación del sujeto afectado)

Desde el punto de vista psicológico, existen dos factores que intervienen en la capacidad de reacción de la persona afectada por el accidente eléctrico, como:

- La personalidad
- La preparación psíquica

### **3.7. EFECTOS DEL PASO DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA**

En resumen, el paso de la corriente eléctrica por el cuerpo humano determina tres tipos de efectos:

- Directos
- Indirectos
- Secundarios



**3.7.1. EFECTOS DIRECTOS**

Producen consecuencias inmediatas para el organismo. La relación entre la intensidad que circula por el organismo y los efectos provocados por la corriente en la mayoría de las personas nos da:

- Fibrilación ventricular (paro cardíaco)
- Asfixia (paro respiratorio)
- Tetanización muscular

**3.7.2. EFECTOS INDIRECTOS**

Los efectos indirectos son los que sobrevienen a continuación de la electrificación y son alteraciones secundarias como:

- Quemaduras internas
- Quemaduras externas
- Complicaciones renales

**3.7.3. EFECTOS SECUNDARIOS**

No son provocados por la propia corriente, sino que son debidos a actos involuntarios de los individuos afectados, donde tenemos:

- Caída de distinto nivel
- Caída al mismo nivel
- Golpes contra objetos

que pueden producir lesiones, fracturas e incluso llegar a producir la muerte.

## CAPITULO 4.

PROTECCION CONTRA CONTACTOS ELECTRICOS EN BAJA TENSION

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión establece en su artículo nº 4 la clasificación de las instrucciones de baja tensión, como se aprecia en la tabla 4.1, según las tensiones nominales que se les atribuyan, en la forma siguiente:

*Tabla 4.1. Clasificación de las instrucciones de baja tensión (c.a. y c.c.). [9]*

	c.a. (Valor eficaz)	c.c. (Valor medio aritmético)
Pequeña tensión	Un - 50 V	Un - 75 V
Tensión usual	$50 < Un \leq 500 \text{ V}$	$75 < Un \leq 750 \text{ V}$
Tensión especial	$500 < Un \leq 1.000 \text{ V}$	$750 < Un \leq 1.500 \text{ V}$

Para cada uno de los peligros identificados se deberá estimar el riesgo, determinando la **Severidad del daño** (Consecuencias) y la **Probabilidad de que ocurra el daño**.

- **SEVERIDAD DEL RIESGO.**

La Severidad de un riesgo es el valor asignado al daño más probable que produciría si se materializase. Para asignar dicho valor, el técnico habrá imaginado el daño que más frecuentemente podría ocurrir de materializarse el riesgo detectado, y lo habrá comparado con los daños descritos en la siguiente tabla, clasificándola como baja, media, o alta.

Como se puede ver en la tabla 4.2, la severidad del riesgo se clasifica en:

*Tabla 4.2. Severidad del riesgo. [10]*

<b>Baja</b>	Daños superficiales (pequeños cortes y magulladuras); irritación de los ojos, molestias e irritación (dolor de cabeza), lesiones previsiblemente sin baja o con baja inferior a 10 días naturales.
<b>Media</b>	Quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas, amputaciones menos graves (dedos), lesiones múltiples; sordera, dermatitis, asma, trastornos musculoesqueléticos, intoxicaciones previsiblemente no mortales, enfermedades que llevan a incapacidades menores. Lesiones con baja previstas en un intervalo superior a los 10 días.
<b>Alta</b>	Amputaciones muy graves (manos, brazos, ojos); cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida, lesiones muy graves ocurridas a varias o a muchas personas y lesiones mortales.

- **PROBABILIDAD DE UN RIESGO.**

La probabilidad de que ocurra un riesgo es el valor asignado a la probabilidad de que ocurra dicho riesgo en una sola exposición. En otras palabras, es la probabilidad de que, una vez presentada la situación de riesgo, ocurra la secuencia completa del accidente, dando lugar el accidente a las consecuencias estimadas como más probables.

Para asignar el valor, se habrá inspeccionado previamente el lugar donde se desarrolla la actividad del puesto de trabajo y se habrá consultado con personas que conozcan bien las tareas que se realizan en él y los lugares donde se efectúan. Luego, se utilizarán como referencia los valores de la tabla 4.3.

*Tabla 4.3. Probabilidad del riesgo. [10]*

<b>Baja</b>	Remotamente posible: el daño ocurre raras veces. Se estima que podría suceder el daño pero es difícil que ocurra; la probabilidad de que suceda es remota.
<b>Media</b>	Bastante posible: el daño ocurre en algunas ocasiones. Aunque no haya ocurrido antes no sería extraño que sucediera
<b>Alta</b>	Completamente posible: el daño ocurre siempre o casi siempre. Lo más probable es que suceda el daño, o ya ha ocurrido en otras ocasiones anteriormente.

- **GRADO DE RIESGO Y PRIORIDAD DE LAS SOLUCIONES.**

El grado de un riesgo detectado en un puesto de trabajo se obtiene a partir de los valores asignados a la severidad y probabilidad correspondientes a dicho riesgo, según la ecuación:

Grado de Riesgo = Severidad x Probabilidad.

Una vez obtenido su grado de riesgo, un riesgo puede calificarse desde "trivial" hasta "intolerable" de acuerdo con la tabla 4.4:

*Tabla 4.4. Grado de riesgo. [10]*

Severidad	Probabilidad		
	Baja	Media	Alta
Baja	Trivial	Tolerable	Moderado
Media	Tolerable	Moderado	Importante
Alta	Moderado	Importante	Intolerable

- **VALORACIÓN DEL RIESGO.**

Una vez calificado un riesgo por su grado de riesgo, la tabla 4.5, nos permite decidir si es necesario adoptar medidas preventivas para evitarlo o reducirlo y, si lo es, asignar la prioridad relativa con que deben implantarse tales medidas.

*Tabla 4.5. Valoración del riesgo. [10]*

Riesgo.	Acciones y prioridad de ejecución.
Trivial.	No se requiere acción específica. <b>Prioridad Baja.</b>
Tolerable.	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control. <b>Prioridad Media.</b>
Moderado.	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado. Cuando el riesgo moderado esté asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se preciará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar necesidad de mejora de las medidas de control. <b>Prioridad Medio-Alta.</b>
Importante.	No debe comenzarse el trabajo hasta que no haya riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema de forma urgente. <b>Prioridad Alta.</b>
Intolerable.	No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos limitados, debe prohibirse el trabajo. <b>Prioridad Inmediata.</b>

#### **4.1. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS DIRECTOS**

Para considerar satisfecha, en las instalaciones, la protección contra los contactos directos, se tomará una de las medidas siguientes:

- Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, que sea imposible un contacto fortuito con las manos, o por la manipulación de objetos conductores, cuando éstos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.

Se considerará zona alcanzable con la mano la que, medida a partir del punto donde la persona puede estar situada, está a una distancia límite de 2,50 metros hacia arriba, 1,00 metros lateralmente y 1,00 metros hacia abajo. En la figura 4.1 se señala gráficamente esta zona.

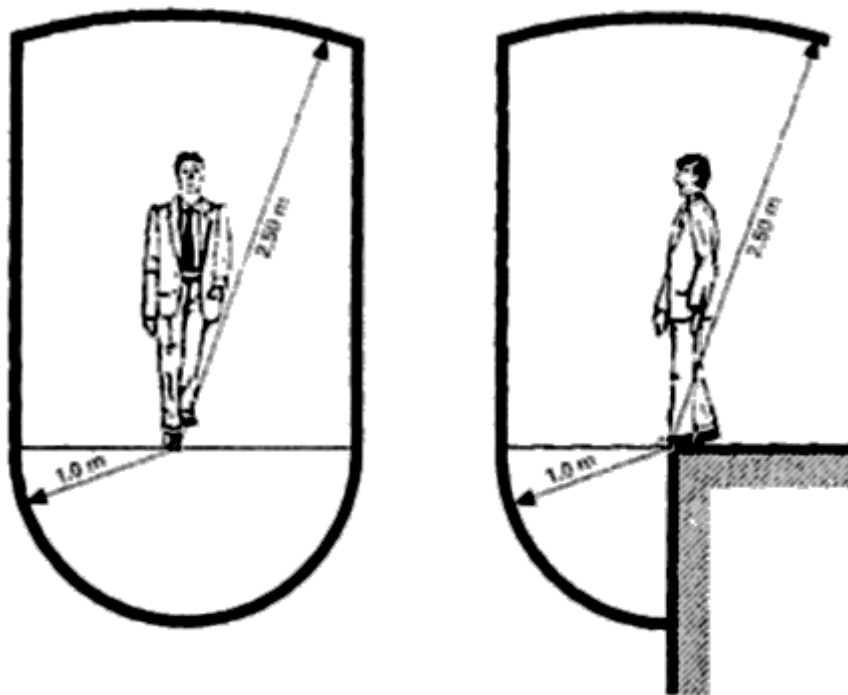


Figura 4.1. Protección contra contactos eléctricos directos. [11]

- b) Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos de protección deben estar fijados en forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función. Si los obstáculos son metálicos y deben ser considerados como masas, se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos indirectos.
- c) Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo, y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA. La resistencia del cuerpo humano será considerada como de  $2.500 \Omega$ .

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no serán considerados como aislamiento satisfactorio a estos efectos.

#### 4.2. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Por lo que se refiere a estas medidas de protección, se tendrá en cuenta:

a) Instalaciones con tensiones de hasta 250 voltios con relación a tierra:

- En general, con tensiones de hasta 50 voltios con relación a tierra en locales o emplazamientos secos y no conductores, o de 24 voltios en locales o emplazamientos húmedos o mojados, no es necesario establecer sistema de protección alguno.
- Con tensiones superiores a 50 voltios es necesario establecer sistemas de protección para instalaciones al aire libre; en locales con suelo conductor, como por ejemplo, de tierra, arena, piedra, cemento, baldosas, madera dura e incluso ciertos plásticos; en cocinas públicas o domésticas con instalaciones de agua o gas, aunque el suelo no sea conductor, en salas clínicas y, en general, en todo local que incluso teniendo el suelo no conductor quepa la posibilidad de tocar simultánea e involuntariamente elementos conductores puestos a tierra y masas de aparatos de utilización.

b) Instalaciones con tensiones superiores a 250 voltios con relación a tierra:

En estas instalaciones es necesario establecer sistemas de protección cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, particularidades del lugar, etc., de que se trate.

Las medidas de protección contra los contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

- Clase A

Esta medida consiste en tornar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y elementos conductores, entre los cuales pueda aparecer una diferencia de potencial peligrosa.

Los sistemas de protección de la Clase A son los siguientes:

- \* Separación de circuitos
- \* Empleo de pequeñas tensiones de seguridad
- \* Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección
- \* Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas
- \* Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección
- \* Conexiones equipotenciales

- Clase B

Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Los sistemas de protección de la Clase B son los siguientes:


- \* Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto
- \* Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto
- \* Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto

#### **4.2.1. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CLASE A**

La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sino de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de una instalación.

##### **a) Separación de circuitos**

Este sistema de protección consiste en separar los circuitos de utilización de la fuente de energía por medio de transformadores o grupos convertidores, manteniendo aislados de tierra todos los conductores del circuito de utilización incluso el neutro. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- Los transformadores o grupos convertidores deberán llevar una toma de corriente fija para el circuito de utilización, desprovista de contacto para conductor de protección. Los transformadores y grupos convertidores podrán ser de la Clase I o II, llevando en ambos casos la marca  y cumplirán, en relación con su aislamiento, lo señalado en la Instrucción MI BT 035.
- Las cubas o carcasas de los transformadores fijos y de los grupos convertidores, deberán estar provistos de un borne destinado a la conexión de conductor de protección. Los transformadores móviles deberán disponer del aislamiento de protección señalado en el punto c) de este apartado.
- El circuito de utilización no tendrá ningún punto común con el circuito de alimentación ni con cualquier otro circuito distinto.
- Las masas del circuito de utilización no estarán unidas a tierra ni a las masas de aparatos conectados a otros circuitos. En cambio, las masas de los aparatos pertenecientes al mismo circuito de utilización que puedan ser tocadas simultáneamente, estarán unidas entre sí por un conductor de protección.
- El límite superior de la tensión de utilización y de la potencia en los transformadores de separación monofásicos, será de 250 voltios y 10 kilovoltiamperios, respectivamente. En otros transformadores estos valores límites serán de 440 voltios y 16 kilovoltiamperios.

- En los trabajos a efectuar dentro de recipientes metálicos, tales como calderas, tanques, etc., los transformadores o grupos convertidores se instalarán fuera de estos recipientes.

El sistema de protección por separación de circuitos es aconsejable en las instalaciones a realizar en/o sobre calderas; andamiajes metálicos, cascos navales, etc., o sea, en condiciones de trabajo especialmente peligrosas por tratarse de locales o emplazamientos muy conductores. Este sistema de protección dispensa de tornar otros contra los contactos indirectos en el circuito de utilización.

#### **b) Empleo de pequeñas tensiones de seguridad**

Este sistema de protección consiste en la utilización de pequeñas tensiones de seguridad. Estas tensiones serán de 24 voltios, valor eficaz, para locales o emplazamientos húmedos o mojados, y 50 voltios en locales o emplazamientos secos. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- La tensión de seguridad será suministrada por transformadores, generadores o fuentes autónomas de energía, tales como baterías de pilas o acumuladores, que respondan a las normas UNE correspondientes para esa aplicación de los citados aparatos.
- El circuito de utilización no estará puesto a tierra, ni en unión eléctrica con circuitos de tensión más elevada, bien sea directamente o por intermedio de conductores de protección.
- No se efectuará transformación directa de alta tensión a la tensión de seguridad.
- Las prescripciones para la instalación de los circuitos de utilización que se fijan en la Instrucción MI BT 029.

El empleo de tensiones de seguridad es conveniente cuando se trate de instalaciones o de aparatos cuyas partes activas dispongan de aislamiento funcional y deban ser utilizadas en lugares muy conductores.

Este sistema de protección dispensa de tomar otros contra los contactos indirectos en el circuito de utilización.

#### **c) Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección**

Este sistema de protección consiste en el empleo de materiales que dispongan de aislamientos de protección o reforzado entre sus partes activas y sus masas accesibles. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- Los materiales deben satisfacer las prescripciones señaladas para aparatos con aislamiento de la Clase II, según la Instrucción MI BT 031.
- Las partes metálicas accesibles de estos materiales no deben ser puestas a tierra.



La utilización exclusiva de estos materiales y aparatos en una instalación dispensa de tomar otras medidas de protección contra los contactos indirectos.

#### **d) Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas**

Este sistema de protección consiste en disponer las masas y los elementos conductores de tal manera que no sea posible, en circunstancias habituales, tocar simultánea o involuntariamente una masa y un elemento conductor. Para la aplicación de este sistema se tendrá en cuenta la forma y dimensiones de los objetos conductores que puedan ser manipulados usualmente en el local o emplazamiento de la instalación.

Los medios para conseguir la inaccesibilidad señalada pueden consistir en separar convenientemente las masas de los elementos conductores o bien en la interposición entre ellos de obstáculos aislantes.

La aplicación de este sistema de protección sólo es realizable prácticamente para las masas de equipos fijos o de aparatos amovibles utilizados en situación fija, y, por tanto, en general, habrá de emplearse este sistema simultáneamente con otros.

#### **e) Recubrimiento de masas con aislamiento de protección**

Este sistema de protección consiste en recubrir las masas con un aislamiento equivalente a un aislamiento de protección.

Al aplicar esta medida se tendrá en cuenta que las pinturas, barnices, lacas y productos similares, no tienen las cualidades requeridas para poder constituir tal aislamiento, a no ser que las normas UNE que se refieren a estos productos, lo señalen específicamente.

El empleo de esta medida de protección dispensa de tomar otras contra los contactos indirectos.

#### **f) Conexiones equipotenciales**

Este sistema de protección consiste en unir todas las masas de la instalación a proteger, entre sí y a los elementos conductores simultáneamente accesibles, para evitar que puedan aparecer, en un momento dado, diferencias de potencial peligrosas, entre ambos.

Esta medida puede comprender también la unión de las conexiones equipotenciales a tierra, evitando así, igualmente, las diferencias de potencial que puedan presentarse entre las masas o elementos conductores y el suelo, lo que supondrá una medida de protección completa, pero solamente en el local donde es utilizada, ya que estas conexiones equipotenciales pueden dar lugar a poner bajo tensión elementos metálicos muy separados del lugar donde se haya producido un defecto a masa, alcanzando incluso a lugares desprovistos de instalación eléctrica.

En consecuencia, el empleo de esta medida de protección requiere el análisis previo, en cada caso, de las situaciones que puede crear su aplicación ya que será preciso, generalmente, insertar partes aisladas en los elementos conductores unidos eléctricamente a las masas, en particular, en raíles y conducciones metálicas diversas, para evitar la propagación

de un defecto a masa, a otros lugares desprovistos de una medida de protección adecuada. Por consiguiente, si la red de tierra no se prolonga por los locales próximos, incluso por aquellos donde no existan instalaciones eléctricas, es necesario asociar a la instalación eléctrica puesta a tierra con conexiones equipotenciales, un sistema de protección de la Clase B.

El empleo de las conexiones equipotenciales entre las masas y los elementos conductores no aislados de tierra, que puedan ser alcanzados simultáneamente, están indicadas para los locales o emplazamientos mojados, debiendo asociarse uno de los sistemas de protección de la Clase B

#### **4.2.2. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CLASE B**

##### **a) Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto**

Este sistema de protección consiste en la puesta a tierra de las masas, asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto, que origine la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

1) En instalaciones en que el punto neutro esté unido directamente a tierra:

- La corriente a tierra producida por un solo defecto franco, debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:
  - \* 24 voltios en los locales o emplazamientos conductores
  - \* 50 voltios en los demás casos
- Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra.

2) En instalaciones en que el punto neutro está aislado de tierra o unido a ella por intermedio de una impedancia que limite la corriente de defecto:

Se cumplirán las tres condiciones fijadas en el punto 1), si bien puede admitirse, cuando las condiciones de explotación lo exijan, que la primera condición no sea cumplida, siempre que, en cambio, se cumplan las siguientes:

- Un dispositivo de control debe señalar automáticamente la aparición de un solo defecto de aislamiento en la instalación.
- La segunda condición del punto 1) se cumplirá siempre, incluso en caso de un solo defecto franco de aislamiento.
- En caso de dos defectos de aislamiento simultáneos que afecten a fases distintas o a una fase y neutro, la separación de la instalación donde se presenten estos defectos ha de estar asegurada por un dispositivo de corte automático.

En las instalaciones en que el punto neutro de la red de alimentación esté directamente unido a tierra, pueden utilizarse como dispositivos de corte automático sensibles a la corriente de defecto, los interruptores de máxima y los cortacircuitos fusibles siempre y cuando sus características intensidad-tiempo produzcan la apertura del circuito antes de que puedan excederse las condiciones señaladas en el punto I)

Esta condición exige que la impedancia de cierre de defecto tenga un valor extraordinariamente bajo y, por otra parte, el valor de la resistencia a tierra de las masas debe ser tal que no tensiones a tierra superiores a los valores señalados en la segunda condición del punto I). En general, sólo es posible conseguir estas condiciones cuando en la red exista un gran número de tomas de tierra en el neutro y el terreno, por otra parte, sea buen conductor.

Pueden utilizarse igualmente como dispositivos de corte automático sensibles a la corriente de defecto los interruptores diferenciales a los que se refiere el punto siguiente.

#### **b) Empleo de interruptores diferenciales**

En las instalaciones en que el valor de la impedancia de cierre de defecto a tierra sea tal que no puedan cumplirse las condiciones de corte señaladas en el apartado anterior, deberán utilizarse como dispositivos asociados de corte automático, los interruptores diferenciales. Estos aparatos provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor predeterminado.

El valor mínimo de la corriente de defecto, a partir del cual el interruptor diferencial debe abrir automáticamente en un tiempo conveniente la instalación a proteger, determina la sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del interruptor diferencial que debe utilizarse en cada caso, viene determinada por la condición de que el valor de la resistencia a tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas, debe cumplir la relación:

En locales o emplazamientos secos:  $R \leq \frac{50}{I_s}$

En locales o emplazamientos húmedos o mojados:  $R \leq \frac{24}{I_s}$

siendo  $I_s$ , el valor de la sensibilidad en amperios del interruptor a utilizar.

De forma similar se emplean estos aparatos con el sistema de puesta a neutro de las masas a través de un conductor de protección de acuerdo con lo especificado en el punto d) de este apartado.

Cuando el interruptor diferencial es de alta sensibilidad, esto es, cuando  $I_s$  es del orden de los 30 mA, puede utilizarse en instalaciones existentes en las que no haya conductores de protección para la puesta a tierra o puesta a neutro de las masas.

Conviene destacar que los interruptores diferenciales de alta sensibilidad aportan una protección muy eficaz contra incendios, al limitar a potencias muy bajas las eventuales fugas de energía eléctrica por defecto de aislamiento.

En la figura 4.2 podemos observar el esquema de un disyuntor diferencial en la parte superior de la imagen. En la parte inferior, se encuentran dos esquemas de funcionamiento: a la izquierda el funcionamiento normal (campos magnéticos de cada bobina iguales y de sentido opuesto ( $I_1=I_2$ )) y a la derecha el funcionamiento desconectado para prevenir electrocuciones (la carga presenta una derivación a tierra con una corriente de fuga  $I_f$ , y por lo tanto  $I_2 < I_1$ ).

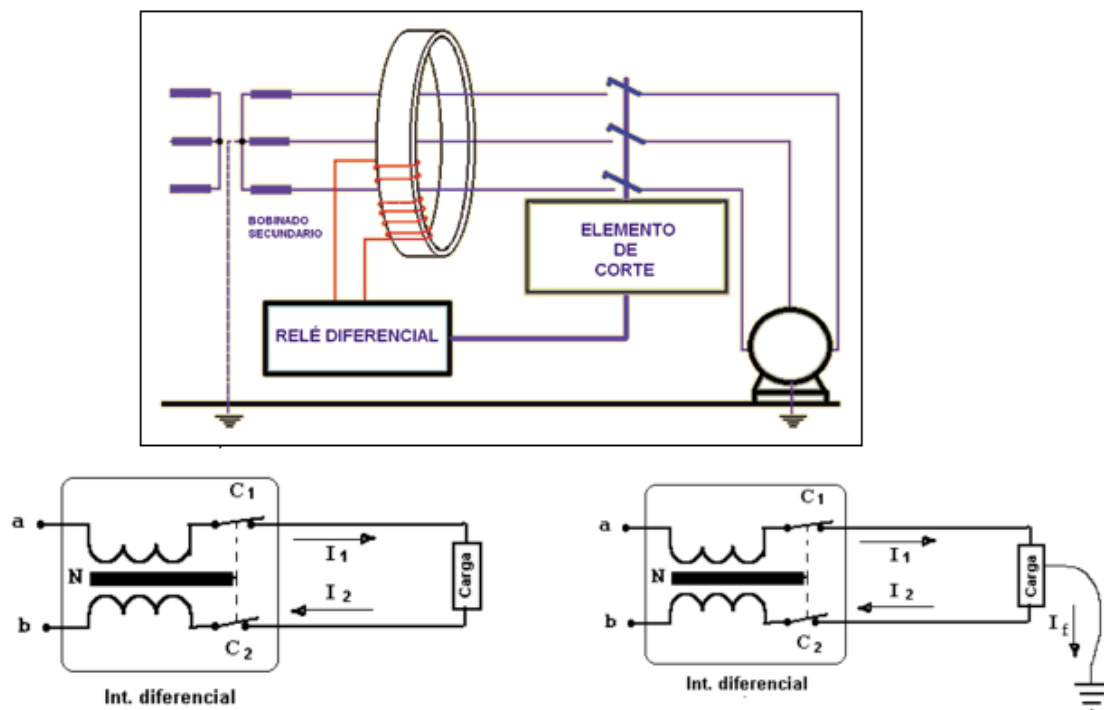


Figura 4.2. Esquema de un disyuntor diferencial. [12]

### c) Dispositivo de corte por tensión de defecto

Este sistema de protección consiste en el corte automático de la instalación en un tiempo lo más corto posible, a partir del momento en que aparezca una tensión peligrosa entre la masa y un punto de tierra que está a potencial cero.

Este sistema comprende:

- Interruptor de protección con bobina de tensión
- Conductor de protección
- Dispositivo de control del sistema de protección
- Toma de tierra auxiliar del interruptor
- Conductor de tierra auxiliar

La aplicación de este sistema de protección, no exige que las masas de una instalación deban estar unidas eléctricamente a tierra, ni que, por el contrario, deban estar aisladas de la misma. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- El interruptor deberá eliminar el defecto en un tiempo no superior a 5 segundos, mediante el corte de todos los conductores activos, cuando se alcance la tensión considerada como peligrosa.
- La bobina de tensión del interruptor se conectará entre la masa del aparato a proteger y una tierra auxiliar, con objeto de controlar la tensión que puede presentar entre éstas.
- El conductor de tierra auxiliar estará aislado, con relación al conductor de protección, de la masa del aparato a proteger, de las partes metálicas del edificio y de cualquier estructura en unión eléctrica con el aparato, con objeto de que la bobina de tensión no pueda quedar punteada. En consecuencia, el conductor de puesta a tierra auxiliar debe ser un conductor aislado.
- El conductor de protección no debe entrar en contacto con partes conductoras distintas de las masas de los aparatos eléctricos a proteger, cuyos conductores de alimentación quedarán fuera de servicio, al actuar el interruptor en caso de defecto. En todos los casos, el conductor de protección será un conductor aislado.
- Los conductores, tanto el de protección como el de puesta a tierra auxiliar, estarán protegidos contra posibles daños de tipo mecánico, por medio de un revestimiento protector adecuado.
- Cuando las masas de varios aparatos estén conectadas a un solo interruptor de protección, existiendo entre estos aparatos alguno unido a una buena toma de tierra, equivalente a una tierra de protección, la sección del conductor de protección debe ser, por lo menos, igual a la mitad de la sección correspondiente a los conductores de alimentación del aparato que los tenga de mayor sección.
- La toma de tierra auxiliar será eléctricamente distinta a cualquier otra toma de tierra. Como aun en el caso de no haberse conectado expresamente a tierra las masas a proteger, pueden encontrarse unidas eléctricamente a un elemento de la construcción y ésta a tierra, es necesario, en este caso, establecer la tierra auxiliar a una distancia suficientemente grande de todo el sistema metálico enterrado en la construcción, que constituye de hecho una puesta a tierra de las masas. Cuando las construcciones son metálicas, o abundan en ellas los elementos metálicos, las distancias necesarias entre la toma de tierra auxiliar y la construcción puede ser frecuentemente superior a 50 metros, por lo que, para solucionar esta dificultad, deberá recurrirse al aislamiento de las masas con relación a tierra.

- Los interruptores de protección responderán a las dos primeras condiciones del punto a) 1 de este apartado y además, su funcionamiento deberá poder ser siempre comprobado por medio de un dispositivo de control que podrá llevar o no incorporado.

Para la aplicación de este sistema de protección, se exige el ensayo satisfactorio de su funcionamiento antes de la puesta en servicio de la instalación. Este ensayo se realizará conectando la masa del aparato a proteger, a un conductor de fase por intermedio de una resistencia regulable apropiada. Con la ayuda de un voltímetro de  $R = 2.500 \Omega$ , se mide la tensión entre la masa del aparato y una toma de tierra, distante aproximadamente unos 15 metros. Se regula la resistencia de manera que la tensión sea sensiblemente igual a 24 ó 50 voltios, según corresponda. A partir de este momento, una reducción de la resistencia regulable deberá hacer actuar inmediatamente el interruptor.

#### **d) Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto**

Este sistema de protección consiste en unir las masas de la instalación al conductor neutro, de tal forma, que los defectos francos de aislamiento, se transformen en cortocircuitos entre fase y neutro, provocando el funcionamiento del dispositivo de corte automático, y en consecuencia, la desconexión de la instalación defectuosa. Requiere que se cumplan las condiciones siguientes:

- La red de alimentación cumplirá los requisitos señalados para la misma en la Instrucción MI BT 008.
- Los dispositivos de corte utilizados serán interruptores automáticos o cortacircuitos fusibles.
- La corriente producida por un solo defecto franco., debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 segundos.
- Todas las masas de una instalación deben estar unidas al conductor neutro a través de un conductor de protección. La unión de este conductor con el conductor neutro se realizará en un solo punto situado inmediatamente antes del dispositivo general de protección de la instalación o antes de la caja general de protección (Instrucción MI BT 012).
- Las secciones del conductor neutro y del conductor de protección, serán iguales entre sí.
- El conductor neutro de la instalación deberá estar alojado e instalado en la misma canalización que los conductores de fase.
- El conductor de protección estará aislado, y cuando vaya junto a los conductores activos, su aislamiento y montaje tendrán las mismas características que el conductor neutro.
- El conductor neutro estará unido eficazmente a tierra, en forma tal que la resistencia global resultante de las puestas a tierra sea igual o inferior a  $2 \Omega$ . La puesta a tierra del conductor neutro deberá efectuarse en la instalación,

uniéndolo igualmente a las posibles buenas tornas de tierra próximas, tales como red metálica de conducción de agua, envoltura de plomo de los cables subterráneos de baja tensión, etc. En el caso de que a pesar de las disposiciones adoptadas el potencial del conductor neutro con relación a tierra sea susceptible de exceder de 24 voltios en los locales o emplazamientos húmedos o mojados, y de 50 voltios en los demás casos, deberá asociarse este sistema de protección con el empleo simultáneo de interruptor de protección con bobina de tensión.

Se recomienda asociar el sistema de protección por puesta a neutro de las masas, con el empleo de interruptores diferenciales de alta sensibilidad, estableciendo la conexión del conductor neutro con el de protección detrás del interruptor diferencial.

La aplicación de la medida de protección por puesta a neutro de las instalaciones alimentadas por una red de distribución pública estará subordinada a la autorización de la Empresa distribuidora de la energía eléctrica, ya que la eficacia de esta medida de protección depende esencialmente de las condiciones de funcionamiento de la red de alimentación.

## CAPITULO 5.

### TRABAJO Y MANIOBRAS EN INSTALACIONES DE BAJA Y ALTA TENSIÓN

Los trabajos y maniobras que se realizan en las instalaciones eléctricas dependen, desde el punto de vista de la seguridad, tanto de la tensión nominal como de la presencia o ausencia de tensión.

Por este motivo y por el uso tan generalizado de la energía eléctrica, así como por la imposibilidad de cortarla, cada vez es más frecuente efectuar los trabajos eléctricos en presencia de tensiones que, en el peor de los casos, puede llegar hasta los 400.000 V, lo que obliga a una preparación selectiva de los profesionales que trabajan en este sector.

#### **5.1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN**

La ejecución de trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas de baja tensión implica el cumplir con las reglas siguientes:

- Utilización de métodos de trabajos determinados
- Forma de ejecutar estos trabajos
- Formación y preparación de los operarios que realizan los trabajos

Previamente a iniciar cualquier trabajo en Baja Tensión, hay que proceder a identificar el conductor o instalación en donde se tiene que efectuar el mismo.

##### **5.1.1. TRABAJO SIN TENSIÓN**

Al iniciar cualquier trabajo de una instalación eléctrica es necesario identificar la instalación y el conductor o equipo donde se vaya a realizar el trabajo. Además, conviene indicar que:

“Toda instalación se considerará que está en tensión hasta que no se compruebe la ausencia de tensión”

En los trabajos que se realicen sin tensión se deben seguir los pasos establecidos en el apartado segundo del artículo 67 de la OGSHT:

- a) Será aislada la parte en que se vaya a trabajar de cualquier posible alimentación, mediante la apertura de los aparatos de seccionamiento más próximos a la zona de trabajo.
- b) Será bloqueado en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de seccionamiento citados, colocando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.



c) Se comprobará mediante un verificador la ausencia de tensión en cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación (fases, ambos extremos de los fusibles, etc.).

d) No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos, sin comprobar que no existe peligro alguno.

Como complemento a estas medidas se pueden añadir las medidas complementarias siguientes:

- Que los aparatos de seccionamiento sean de corte visible
- El letrero o señalización a colocar ha de ser de material aislante con una zona en donde pueda figurar el nombre del operario que realiza los trabajos
- Los comprobadores de tensión estarán protegidos y dotados de puntos de pruebas aislados, menos en sus extremos, en una longitud lo más pequeña posible para evitar cortocircuitos en las mediciones.
- La señalización solamente será retirada por el operario que la colocó (y cuyo nombre figurará en ella)

#### **5.1.2. TRABAJOS QUE SE REALICEN CON TENSIÓN**

Además del equipo de protección personal (casco, gafas inactivas, calzado aislante, ropa ignífuga, etc.), se empleará en cada caso el material de seguridad más adecuado entre los siguientes:

- Guantes aislantes homologados
- Alfombras o banquetas aislantes
- Vainas o caperuzas aislantes
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes homologadas
- Material de señalización (discos, barreras, etc.)

Al realizar trabajos en tensión habrá que considerar no sólo el riesgo de contacto eléctrico con partes activas, sino también la posible formación de arcos eléctricos por cortocircuito.

La ropa de trabajo de los electricistas y operadores eléctricos será resistente al calor, de tal manera que en caso de producirse un arco no la inflame, aumentando las lesiones, desaconsejándose la ropa acrílica y utilizando ropa de algodón o de tipo ignífuga.

Las comprobaciones de tensión para averías, reparaciones, etc., serán consideradas como un trabajo con tensión, por lo que se usarán los elementos de protección antes citados (guantes aislantes, gafas de protección ocular).

## **5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS PARA INSTALACIONES Y TRABAJOS EN ALTA TENSIÓN**

El artículo 62.1. de la O.G.S.H.T. obliga para realizar trabajos en instalaciones de alta tensión a tomar unas determinadas precauciones, que son denominadas popularmente como las cinco reglas de oro de la seguridad en los trabajos en líneas y aparatos de alta tensión.

### **5.2.1. PRIMERA REGLA DE ORO**

“Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo”.

#### **a) Corte visible**

Se entiende por corte visible a la apertura de un circuito eléctrico en el que el operario puede realizar una comprobación visual. Los elementos utilizados para realizarlo son los seccionadores, los fusibles y los puentes.

Algunos interruptores proporcionan corte visible, pero otros no, ya que estos elementos están previstos para abrir y cerrar circuitos en carga y, por tanto, es preciso que dispongan de un método para extinguir el arco que se produce en la apertura o en el cierre del circuito.

Por esta causa, aquellos interruptores que dispongan del sistema de extinción de arco no proporcionarán corte visible.

#### **b) Fuente de tensión**

Una fuente de tensión es cualquier elemento o parte de una instalación eléctrica por la cual llega o puede llegar una tensión (generador, doble suministro, etc.)

Igualmente, una instalación eléctrica sin tensión puede ponerse en tensión por causas imprevistas, como es el caso de:

- \* Caída de conductores
- \* Fenómenos de inducción
- \* Descargas atmosféricas
- \* Tensión de retorno

#### **c) Cierre intempestivo**

Se define como el cierre no deseado (imprevisto o por error) de un elemento de corte. Un ejemplo de cierre intempestivo puede ser el de un interruptor por un contacto eléctrico accidental en el circuito de control del mismo.

**5.2.2. SEGUNDA REGLA DE ORO**

“Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte y/o señalización en el mando de éstos”.

**a) Enclavamiento o bloqueo**

Es el conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de un aparato de corte, manteniéndolo en una posición determinada.

Mediante el enclavamiento o bloqueo de los aparatos de corte, se consigue evitar un fallo técnico, un error humano o cualquier causa imprevista. Los métodos para realizar un bloqueo pueden tener distintos orígenes: físicos, mecánicos, eléctricos y neumáticos.

**b) Señalización**

Esta acción consiste en indicar con claridad, mediante símbolos o frases, las limitaciones que presenta o a las que está sometido un aparato de corte.

Es importante situar las señales en el mando de accionamiento del aparato de corte, de forma que sean fácilmente visibles por el operario.

**5.2.3. TERCERA REGLA DE ORO**

“Reconocimiento de la ausencia de tensión”

**a) Equipo de protección**

Dependiendo de los casos, para reconocer la ausencia de tensión se utilizan algunos de los elementos que constituyen el equipo de protección mínimo: guantes aislantes, casco, gafas, banqueta o alfombra y pértiga de salvamento, con independencia del elemento de comprobación de ausencia de tensión.

**b) Distancia de seguridad**

Es la mínima distancia que tiene que existir entre las zonas con tensión y el operario. Se mide entre el punto más próximo que presente la tensión y cualquier parte del operario.

Las distancias de seguridad, dependen de la tensión nominal de la instalación eléctrica, como refleja la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Distancia de seguridad en relación a la tensión nominal de la línea en kv. [13]

Tensión nominal de la línea (kV)	Distancia de seguridad (m)
10	0.80
15	0.90
20	0.95
25	1.00
30	1.10
45	1.20
66	1.40
110	1.80
132	2.00
220	3.00
380	4.00

### c) Comprobación de la ausencia de tensión

Se debe verificar la ausencia de tensión en todos los conductores que se encuentren en la zona afectada por los trabajos.

Para realizar esta operación se utilizan los detectores de ausencia de tensión, que son unos aparatos que emiten una señal luminosa, acústica o mixta, indicando la presencia de tensión en un conductor por contacto o proximidad con él.

## 5.2.4. CUARTA REGLA DE ORO

“Puesta a tierra y en cortocircuito de todas las posibles fuentes de tensión”

La puesta a tierra de una instalación eléctrica consiste en unirla lo más directamente posible con tierra mediante conductores y sin elementos intermedios.

La cuarta regla obliga a que la puesta a tierra se realice a ambos lados de donde se efectúen los trabajos o maniobras y en las proximidades en las que se hayan abierto las fuentes de tensión con el fin de evitar posibles accidentes debidos a causas imprevistas.

De esta forma, aparecen dos zonas delimitadas por la puesta a tierra, que son:

- Zona protegida:

Es la parte de la instalación comprendida entre los equipos de puesta a tierra situados en los puntos de apertura de la línea

- Zona de trabajo:

Es el lugar comprendido entre los equipos de puesta a tierra más próximos a la zona donde se realizan los trabajos y, que constituye la zona de máxima seguridad.

### **5.2.5. QUINTA REGLA DE ORO**

“Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo”

La señalización de la zona de trabajo consiste en delimitarla con cintas, vallas, señales, etc. de tal forma que se prevenga el riesgo de accidente eléctrico.

## **5.3. MEDIOS DE PREVENCIÓN A ADOPTAR EN DIVERSOS TRABAJOS**

### **5.3.1. TRABAJOS Y MANIOBRAS EN INTERRUPTORES Y SECCIONADORES**

Se emplearán a la vez dos de los siguientes elementos:

- Pértiga aislante
- Guantes aislantes
- Banqueta aislante
- Conexión equipotencial entre mando y maniobra

Si los aparatos de corte se accionan mecánicamente, se adoptarán precauciones para evitar su funcionamiento intempestivo.

En los mandos de los aparatos de corte, se colocarán letreros que indiquen cuando proceda, que no pueden maniobrarse.

### **5.3.2. TRABAJOS Y MANIOBRAS EN TRANSFORMADORES**

El transformador se dejará fuera de servicio abriendo primero los circuitos de tensión más baja y posteriormente los de tensión más alta. En el caso de que sólo exista dispositivo de corte en carga en el circuito de alta tensión, se invertirá el orden de desconexión.

Se verificará la ausencia de tensión en los bornes de alta tensión y en los bornes de baja tensión.

El circuito secundario de un transformador de intensidad deberá estar siempre cerrado a través de los aparatos de alimentación o en cortocircuito, teniendo cuidado de que nunca quede abierto.

### **5.3.3. TRABAJOS Y MANIOBRAS EN CONDENSADORES DE ALTA TENSIÓN**

Una vez separado el condensador o una batería de condensadores de su fuente de alimentación mediante corte visible, antes de trabajar en ellos deberán ponerse en cortocircuito y a tierra esperando el tiempo necesario para su descarga.

#### **5.3.4. TRABAJOS EN ALTERNADORES, MOTORES ELÉCTRICOS, DINAMOS Y MOTORES ELÉCTRICOS DE ALTA TENSIÓN**

Antes de manipular en el interior de una máquina deberá comprobarse:

- a) Que la máquina está parada
- b) Que los bornes de salida están en cortocircuito y puesto a tierra
- c) Que está bloqueada la protección contra incendios
- d) Que están retirados los fusibles de la alimentación del motor, cuando éste mantenga en tensión permanente la máquina
- e) Que la atmósfera no es inflamable, ni explosiva

#### **5.3.5. TRABAJOS EN PROXIMIDAD DE INSTALACIONES DE ALTA TENSIÓN EN SERVICIO (NO PROTEGIDAS)**

Caso de que sea necesario se realizan en las siguientes condiciones:

- a) Atendiendo a las instrucciones que para cada caso dé el Jefe del trabajo
- b) Bajo la vigilancia del Jefe del trabajo que ha de ocuparse de que sean constantemente mantenidas las condiciones de seguridad por él fijadas: delimitación de la zona de trabajo y colocación, si se precisa, de pantallas protectoras

#### **5.4. EQUIPOS Y PRENDAS DE PROTECCIÓN**

Los principales equipos y prendas de protección para trabajos y maniobras en alta tensión son:

##### **5.4.1. EQUIPOS DE USO COLECTIVO**

###### **a) Banqueta aislante**

Las banquetas aíslan al operario respecto a tierra. Actualmente, existen dos tipos de taburetes. Interior (tipo A) y exterior (tipo B).

También se clasifican en función de la tensión nominal.

- Clase I (20.000 V)
- Clase II (30.000 V)
- Clase III (45.000 V)
- Clase IV (66.000 V)

Las dimensiones más extendidas son 50 x 50 cm y 60 x 60 cm.

Se deben utilizar en las maniobras en alta tensión con ejecución manual (maniobras de apertura y cierre de seccionadores, comprobación de ausencia de tensión, etc.). También se pueden usar en los trabajos en baja tensión, sustituyendo a las alfombrillas aislantes.

**b) Alfombrillas aislantes**

Las alfombrillas (esterillas), igual que los taburetes, aíslan al operario respecto a tierra.

Se fabrican en goma sintética o caucho (espesor 3 mm o superior). Sus dimensiones van de 60 x 60 cm a 100 x 100 cm, aunque también se pueden comprar en rollos que se cortan según las necesidades.

Las tensiones de prueba oscilan, según la anterior normativa, entre 20 y 30 KV.

Se utilizan para aislar eléctricamente a los trabajadores que realizan tareas en baja tensión (contadores, circuitos de baja tensión, sustitución de fusibles, etc.)

También, en combinación con otros elementos de seguridad (guantes, pértigas, etc.) pueden utilizarse en maniobras de aparatos en alta tensión.

**c) Capuchones y vainas**

Se utilizan como aislamiento provisional de conductores desnudos, o insuficientemente aislados, en baja tensión. Se suelen fabricar en goma sintética o caucho. En ambos la tensión de prueba suele ser de 20 KV.

Se recomienda su utilización en todos los trabajos a realizar en baja tensión en líneas aéreas convencionales. Además, en aquellos trabajos en baja tensión en que se pudiera incurrir en contactos accidentales con partes en tensión, como reposición de aisladores, protección de líneas en las proximidades de obras y cuando se trabaja en una fase, para proteger los cables o aisladores de las restantes. El capuchón aislante se utilizará asimismo simultáneamente con otros elementos de seguridad como guantes, herramientas aisladas, etc., cuando exista riesgo de que se produzca un contacto a tierra.

Son especialmente indicados citando se trabaja en una fase, para protegerse de los cables y aisladores de las otras.

**d) Pantallas aislantes**

Son planchas de material rígido aislante, resistentes al choque. Frecuentemente se suelen utilizar dos modelos:

- “En placa doblada en ángulo” para ser colocada directamente sobre las cuchillas de los seccionadores.
- “En placa plana” para uso indistinto, sobre las cuchillas seccionadoras o deslizándose sobre unas guías que deben estar instaladas al efecto.

Se utilizan en trabajos específicos en instalaciones de alta tensión, fundamentalmente en seccionadores e interruptores de corte visible.

Para su colocación en las guías o elementos de corte, las pantallas van provistas de unos dispositivos especiales (tipo bayoneta) actuándose sobre ellos mediante pértigas.

**e) Verificadores de ausencia de tensión**

Dentro de estos aparatos existe una gran variedad con diferentes aplicaciones:

- Discriminadores y comprobadores de baja tensión. Se utilizan en todos los trabajos de baja tensión en que se necesite determinar: la presencia de tensión y su valor, identificación de fase y neutro y existencia de defectos de aislamiento a masa, etc. Está especialmente recomendado en la reposición de fusibles de baja tensión, trabajos cerca de contadores, etc.
- Detectores de alta tensión
- Fusibles lanzacables. Se utiliza en líneas aéreas de alta tensión hasta 22 metros de altura. También sirve como elemento auxiliar de izado de los equipos de puesta a tierra y en cortocircuito.
- Teledetectores de tensión. Verifican la ausencia de tensión a distancia (generalmente superiores a las mínimas de seguridad). Se pueden utilizar como un elemento complementario de detección de tensión sobre todo en las líneas aéreas de 110 a 380 KV. Sin embargo, no es apto para usar en subestaciones o puntos confluentes de varias líneas o circuitos.

**f) Pértigas aislantes**

Es un elemento rígido, normalmente cilíndrico, que posee un elemento en su extremo que se utiliza para realizar diferentes trabajos en la instalación. Presentan diferentes longitudes en función de las tensiones nominales.

La utilización de estas herramientas debe venir fijada por la tensión máxima para la cual garantiza el fabricante su condición de aislante. Además, la posición de las manos no debe superar la indicada como límite por el fabricante.

**5.4.2. PROTECCIÓN INDIVIDUAL****a) Casco**

Características eléctricas:

- Clase N Para tensiones <1.000 V
- Clase E-AT Para tensiones >1.000 V



**b) Guantes**Características eléctricas:

Quedan mostradas en la tabla 5.2

*Tabla 5.2. Clasificación de los guantes (EPI). [14]*

Clase	Tensión alterna eficaz V <sub>ef</sub>	Tensión continua V
00	500	750
0	1.000	1.500
1	7.500	11.250
2	17.000	25.500
3	26.500	39.750
4	36.000	54.000

Observaciones:

En alta tensión no deben utilizarse directamente sobre las partes en tensión.

Guardar al abrigo de la luz y de la humedad.

Antes de ser utilizados, efectuar un ensayo neumático de estanqueidad.

Los guantes que presenten huellas de roturas, erosiones, perforaciones, deben ser retirados.

**c) Pantalla facial**Características eléctricas:

Deberá cubrir la cara completamente.

**d) Chaqueta ignífuga**Características eléctricas

Estará confeccionada de cuero curtido u otro material de características ignífugas similares y carecerá de elementos metálicos.

Observaciones:

Estos equipos deberán usarse en maniobras con riesgo de formación de arcos eléctricos: maniobras en seccionadores o interruptores con contactos al aire, colocación de equipos de puesta a tierra, etc.

### **5.5. DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS**

Las distancias mínimas que deben guardarse entre las líneas eléctricas y elementos físicos existentes a lo largo de su trazado (carreteras, edificios, árboles, etc.) con objeto de evitar contactos accidentales, se contemplan en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y, en el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

#### **5.5.1. DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN**

En la instalación de líneas eléctricas aéreas de baja tensión, debemos respetar una serie de distancias mínimas.

El motivo de este requerimiento es evitar contactos accidentales con los elementos físicos activos existentes a lo largo del trazado (carreteras, arboles, edificios, etc.).

Si trabajamos en corriente alterna, las tensiones nominales utilizadas normalmente son de 230 V (fases para redes trifásicas con tres conductores) y 400 V (entre fases para redes trifásicas de cuatro conductores).

Como podemos consultar en el Anexo 11.1, se observa de forma gráfica las distancias principales que se establecen para las líneas de baja tensión.

#### **5.5.2. DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN**

Del mismo modo que se ha procedido en el apartado anterior, también se reúnen en el Anexo 11.2, las distancias mínimas a líneas eléctricas que debemos respetar cuando se trabaje en un régimen de alta tensión.

## CAPITULO 6.

### LOCALES CON RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN

La Instrucción complementaria MIE-BT-026 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión indica las “Prescripciones particulares para las instalaciones con riesgo de incendio o explosión”.

#### **6.1. CAMPO DE APLICACIÓN**

A efectos de aplicación de las presentes prescripciones se consideran emplazamientos con riesgo de incendio o explosión todos aquellos en los que se fabriquen, procesen, manipulen, traten, utilicen o almacenen sustancias sólidas, líquidas o gaseosas susceptibles de inflamarse o de hacer explosión.

Las presentes prescripciones son también aplicables a las instalaciones eléctricas de tensión superior a 1.000 V en corriente alterna o a 1.500 V en corriente continua.

En esta instrucción sólo se considera el riesgo de incendio o explosión originado al coincidir una atmósfera explosiva y una fuente de ignición de origen eléctrico (chispas, arcos y temperaturas superficiales del material eléctrico), incluyendo también la electricidad estática.

#### **6.2. TERMINOLOGÍA**

- **Emplazamiento peligroso**

Es un espacio en el que una atmósfera explosiva está, o puede estar presente en tal cuantía, como para requerir precauciones especiales en la construcción, instalación y utilización del material eléctrico.

- **Atmósfera explosiva**

Es una mezcla con el aire de gases, vapores, nieblas, polvos o fibras inflamables, en condiciones atmosféricas, en la que después de la ignición, la combustión se propaga a través de toda la mezcla no consumida.

- **Modos de protección**

Medidas aplicadas en el diseño y construcción del material eléctrico para evitar que éste provoque la ignición de la atmósfera circundante.

- **Material Ex**

Denominación genérica aplicada a todo material eléctrico provisto de algún modo de protección.

- **Temperatura superficial máxima**

Es la mayor temperatura alcanzada en servicio y en las condiciones más desfavorables (aunque dentro de las tolerancias) por cualquier pieza o superficie del material eléctrico que pueda producir la ignición de la atmósfera circundante.

- **Grupos de material eléctrico**

El material eléctrico para emplazamientos peligrosos a que se refiere esta ITC incluye los grupos IIA, IIB y IIC, de material eléctrico destinado a emplazamientos peligrosos.

- **Grado de protección de las envolventes**

Medidas aplicadas a las envolventes del material eléctrico para asegurar:

- La protección de las personas contra los contactos con piezas bajo tensión o en movimiento en el interior de la envolvente y la protección del material contra la entrada de cuerpos sólidos extraños.
- La protección del material contra la penetración de líquidos.
- La protección del material contra los golpes.

### **6.3. CLASIFICACIÓN DE LOS EMPLAZAMIENTOS**

Los distintos emplazamientos en los cuales tendrá lugar nuestra instalación eléctrica se van a clasificar en función de unos requisitos que debe cumplir cada elemento constitutivo de acuerdo a las siguientes condiciones:

- Sustancias presentes:
  - Clase I: gases, vapores y nieblas.
  - Clase II: polvos.
  - Clase III: fibras.
- Probabilidad de presencia de la atmósfera explosiva
  - zona 0, zona 1 y zona 2: para gases y vapores.
  - zona Z: con posibilidad de formación de nubes de polvo.
  - zona Y: con posibilidad de formación de capas de polvo.

Para determinar las zonas de clase I, se seguirá la norma UNE 20.322-86.

#### **6.3.1. EMPLAZAMIENTOS CLASE I**

Son aquellos lugares en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables.

Se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos que produzcan vapores inflamables.

Entre estos emplazamientos, a menos que el proyectista justifique lo contrario, según el procedimiento de UNE 20.322-86, se encuentran los siguientes:

- Aquellos en los que se trasvasen líquidos volátiles inflamables de un recipiente a otro (P.E. estaciones de servicio)
- Garajes y talleres de reparación de vehículos.
- Los interiores de cabinas de pintura donde se utilicen pistolas de pulverización.
- Las zonas próximas a los locales en que se realicen operaciones de pintura por cualquier sistema cuando en los mismos se empleen disolventes inflamables.
- Los emplazamientos en los que existan tanques o recipientes abiertos que contengan líquidos inflamables.
- Los secadores o los compartimentos para la evaporación de disolventes inflamables.
- Los locales en que existan extractores de grasas y aceites que utilicen disolventes inflamables.
- Los lugares de las lavanderías y tintorerías en los que se empleen líquidos inflamables.
- Las salas de gasógenos.
- Las instalaciones donde se produzcan, manipulen, almacenen o consuman gases inflamables.
- Las salas de bombas y/o de compresores para gases o líquidos inflamables.
- Los interiores de refrigeradores y congeladores en los que se almacenen materias inflamables en recipientes abiertos, fácilmente perforables o con cierres poco consistentes.

También podemos clasificar estos emplazamientos según la exposición que tengan de una atmosfera de gas explosiva en:

- a) Zona 0: presencia de forma continua, durante largos períodos de tiempo o frecuentemente.
- b) Zona 1: forma periódica u ocasional.
- c) Zona 2: no aparece o si lo hace, será de forma poco frecuente y de corta duración.

### **6.3.2. EMPLAZAMIENTO CLASE II**

En este tipo de emplazamientos, el riesgo está propiciado por la presencia de polvo combustible, excluyendo los explosivos propiamente dichos.

Existen una serie de diferencias con los gases y vapores que propician la separación en dos tipos de emplazamientos, para evitar una clasificación común no apropiada. La dificultad para distinguir en el curso del tiempo entre una situación normal o anormal, o la contraproduencia de utilizar sistemas ventilación son algunos ejemplos de dichas diferencias.

Entre estos emplazamientos, se encuentran los siguientes:

- Zonas de trabajo de manipulación y almacenamiento de cereales.
- Las salas que contienen molinos, pulverizadores, limpiadoras, transportadores o bocas de descarga, depósitos o tolvas, mezcladoras, distribuidores, colectores de polvo o de productos y otras máquinas similares productoras de polvo en instalaciones de tratamiento de grano, de almidón, de fertilizantes, etc.

- Las plantas de pulverización de carbón, manipulación o utilización subsiguientes.
- Plantas de coquización.
- Plantas de producción y manipulación de azufre.
- Todas las zonas de trabajo en las que se producen, procesan, manipulan, empaquetan o almacenan polvos metálicos.
- Los almacenes y muelles de expedición, donde los materiales productores de polvo se almacenan o manipulan en sacos o contenedores.

Los polvos inflamables conductores de la electricidad son más peligrosos. Por dicho motivo, cuando se trate de polvos conductores, el aparato eléctrico deberá ser siempre el adecuado para zona Z (ver punto a) Entre los polvos combustibles conductores de la electricidad se encuentran los de carbón y coque. Los polvos que contienen magnesio o aluminio son extremadamente peligrosos, debiendo adoptarse todo tipo de precauciones en su manipulación.

Entre los polvos combustibles no conductores de la electricidad están los polvos producidos en la manipulación de grano y sus derivados, azúcar y caco pulverizados, leche y huevo en polvo, especias pulverizadas, harinas de semillas oleaginosas, heno seco y demás materiales orgánicos que pueden formar o desprender polvos combustibles cuando se procesan o manipulan.

Dentro de esta clase hay que distinguir:

- Zona Z (con nubes de polvo):  
Es aquella en la que hay o puede haber polvo combustible, durante las operaciones normales de funcionamiento, puesta en marcha o limpieza, en cantidad suficiente para producir una atmósfera explosiva.
- Zona Y (con capas de polvo):  
Es aquella que no está clasificada como zona Z, pero en la cual pueden aparecer acumulaciones de capas de polvo combustible a partir de las cuales pueden producirse atmósferas explosivas.

### **6.3.3. EMPLAZAMIENTOS CLASE III**

Son aquellos en los que el riesgo se debe a la presencia de fibras o materiales volátiles fácilmente inflamables, pero en los que no es probable que estas fibras o materias volátiles estén en suspensión en el aire en cantidad suficiente como para producir atmósferas explosivas.

Entre estos emplazamientos, se encuentran los siguientes:

- Algunas zonas de las plantas textiles de rayón, algodón, etc.
- Las plantas de fabricación y procesamiento de fibras combustibles
- Las plantas de desmotadoras de algodón
- Las plantas de procesamiento de lino
- Los talleres de confección
- Las carpinterías, establecimientos e industrias que presenten riesgos análogos
- Aquellos lugares en los que se almacenen o manipulen fibras fácilmente inflamables

Entre las fibras y materiales volátiles fácilmente inflamables están el rayón y otras fibras sintéticas, algodón (incluidos borra y desperdicios), sisal, yute, estopa, estopa alquitranada, miraguano y otros materiales de naturaleza similar.

#### **6.4. MODOS DE PROTECCIÓN**

Contra el riesgo de explosión o inflamación que suponen los materiales eléctricos podrán aplicarse los siguientes modos de protección:

##### **6.4.1. RESPALDADOS POR CERTIFICADOS DE CONFORMIDAD**

###### **a) Inmersión en aceite “o”**

Los gases o vapores inflamables que se hallen por encima del nivel de aceite y en el exterior de la envolvente, no pueden inflamarse.

###### **b) Sobrepresión interna “p”**

Las máquinas o materiales eléctricos están provistos de una envolvente o instalados en una sala en la que se impide la entrada de los gases o vapores inflamables, manteniendo en su interior aire u otro gas a una presión superior al exterior.

###### **c) Aislante pulverulento “q”**

La protección por relleno de aislante pulverulento es aquella en la que las partes bajo tensión del material eléctrico están completamente sumergidas en una masa de aislante pulverulento.

###### **d) Envolvente antideflagrante “d”**

En este modelo de protección, un aparato eléctrico es capaz de soportar la explosión interna de una mezcla inflamable que haya penetrado, sin sufrir avería en su estructura y sin transmitir la inflamación interna, por sus juntas de unión u otras comunicaciones a la atmósfera explosiva exterior

**e) Seguridad aumentada “e”**

Se aumente el número de precauciones especiales (coeficiente de seguridad elevado, calentamientos inadmisibles o la aparición de arcos).

**f) Seguridad intrínseca “i”**

Cualquier chispa o efecto eléctrico que pueda producirse, normal o accidentalmente, es incapaz de provocar en las condiciones de ensayo prescritas, la ignición de la mezcla inflamable para la cual se ha previsto dicho circuito o parte del mismo.

**g) Encapsulado “m”**

Los elementos a proteger están encerrados (envueltos) en una resina, de tal manera que una atmósfera explosiva no pueda ser inflamada ni por chispa ni por contacto con puntos calientes internos del encapsulado.

**6.4.2. RESPALDADOS POR CERTIFICADOS DE CONTROL**

Otros modos de protección aún no normalizados en España como, por ejemplo: Aparatos para zona 2, tipo “n” , materiales con sellado hermético tipo “h” , aparatos eléctricos con modos de protección distintos de los normalizados. Estos productos deben ser objeto de un certificado de control que garantice que disponen de un nivel de seguridad equivalente al que confieren los modos de protección normalizados. La letra código de marcado será “S”

**6.4.3. CERTIFICADOS**

El material eléctrico a emplear en emplazamientos con atmósfera explosiva, dotado con alguno de los modos de protección citados en el apartado 6.4.1, deberá poseer un certificado de conformidad extendido por un laboratorio acreditado, de acuerdo con una norma UNE, con una norma europea EN o con una recomendación CEI.

Cuando lo anterior no sea posible (véase apartado 6.4.2.), el material deberá contar con un “certificado de control”, expedido por un laboratorio acreditado. En dicho certificado se atestiguará que este material eléctrico presenta un nivel de seguridad al menos equivalente al de los materiales conformes a las normas citadas.

**6.4.4. MARCAS**

Todo material eléctrico que comporte un modo de protección deberá estar marcado de acuerdo con las normas CEI 79-0, EN 50.014 y UNE 20.323-78 y la norma específica aplicable.



**6.5. CONDICIONES DE INSTALACIÓN PARA TODAS LAS ZONAS PELIGROSAS**

El diseño de las plantas e instalaciones donde se procesen o almacenen sustancias explosivas o inflamables deberá realizarse, en la medida de lo posible, minimizando el número y extensión de los emplazamientos con riesgo de explosión. Se evitará la instalación de material eléctrico en emplazamientos peligrosos. Cuando esto no sea posible, se situará en emplazamientos con el menor grado de peligrosidad.

La instalación del equipo eléctrico en emplazamiento peligroso cumplirá con las normas y recomendaciones para instalaciones industriales (en particular el proyecto de instalación deberá ser objeto de aprobación según lo prescrito en la Instrucción MI BT 041 y las instalaciones revisadas de acuerdo con la Instrucción MI BT 042)

## CAPITULO 7.

### LOCALES DE CARACTERÍSTICAS ESPECIALES

La instrucción complementaria MIE-BT-027 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión indica las prescripciones para las “Instalaciones en locales de características especiales”.

#### **7.1. LOCALES HÚMEDOS**

Son aquellos cuyas condiciones ambientales se manifiestan momentánea o permanentemente bajo la forma de condensación en el techo y paredes, manchas salinas o moho aun cuando no aparezcan gotas, ni el techo o paredes estén impregnados de agua.

En estos locales se cumplirán, entre otras, las siguientes características:

- Las canalizaciones serán estancas (material IP XIX para empalmes y conexiones)
- Los conductores aislados se colocarán a una distancia de 5 cm de la pared y a 3 cm de otro conductor.
- Los tubos, que estarán protegidos contra la corrosión, se colocarán a 0,5 cm de la pared.
- Los aparatos eléctricos de alumbrado portátil serán de clase II.
- Todas las masas estarán conectadas a través de una red equipotencial puesta a tierra.

#### **7.2. LOCALES MOJADOS**

Son aquellos en que los suelos, techos y paredes están o puedan estar impregnados de humedad y donde se vean aparecer, aunque sólo sea temporalmente, lodo o gotas gruesas de agua debido a la condensación o bien estar cubiertos con vaho durante largos períodos.

Se deben cumplir, entre otras, las siguientes características:

- Si se emplean tubos, éstos serán estancos y estarán situados a 2 cm de las paredes.
- Los cuadros y receptores tendrán un grado de protección mínimo IP X4X.
- Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de pequeñas tensiones de seguridad.

### **7.3. LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN**

Locales o emplazamientos con riesgo de corrosión son aquellos en los que existen gases o vapores que puedan atacar a los materiales eléctricos utilizados en la instalación.

Se considerarán como locales con riesgo de corrosión: las fábricas de productos químicos, depósitos de éstos, etc.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las prescripciones señalizadas para las instalaciones en locales mojados, debiendo protegerse, además, la parte exterior de los aparatos y canalizaciones con un revestimiento inalterable de al acción de dichos gases o vapores.

### **7.4. LOCALES POLVORIENTOS SIN RIESGO DE INCENDIO O EXPLOSIÓN**

Los locales o emplazamientos polvorientos son aquellos en que los equipos eléctricos están expuestos al contacto con el polvo en cantidad suficiente como para producir su deterioro o un defecto de aislamiento.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Queda prohibido el uso de conductores desnudos.
- Todo el material eléctrico utilizado deberá presentar el grado de protección que su emplazamiento exija.
- Los electromotores y otros aparatos que necesiten ventilación lo harán con aire tomado de] exterior que esté exento de polvo o bien convenientemente filtrado.

### **7.5. LOCALES A TEMPERATURA ELEVADA**

Locales o emplazamientos a temperatura elevada son aquellos donde la temperatura del aire ambiente es susceptible de sobrepasar frecuentemente los 40º C, o bien se mantiene permanentemente por encima de los 35º C.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- Los conductores aislados con materias plásticas o elastómeras podrán utilizarse para una temperatura ambiente de hasta 50º C aplicando el factor de reducción, para los valores de intensidad máxima admisible, señalados en la Instrucción MIE BT 017.
- Para temperaturas ambientes superiores a 50º C se utilizarán conductores especiales con un aislamiento que presente una mayor estabilidad térmica.

- En estos locales son admisibles las canalizaciones con conductores desnudos sobre aisladores, especialmente en los casos en que sea de temer la no conservación del aislamiento de los conductores.
- Los aparatos utilizados deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales. Su temperatura de funcionamiento a plena carga no deberá sobrepasar el valor máximo fijado en la especificación del material.

## **7.6. LOCALES A MUY BAJA TEMPERATURA**

Locales o emplazamientos a muy baja temperatura son aquellos donde puedan presentarse y mantenerse temperaturas ambientales inferiores a  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Se considerarán como locales a temperatura muy baja las cámaras de congelación de las plantas frigoríficas.

En estos locales o emplazamientos se cumplirán las siguientes condiciones:

- El aislamiento y demás elementos de protección del material eléctrico utilizado, deberá ser tal que no sufra deterioro alguno a la temperatura de utilización.
- Los aparatos eléctricos deberán poder soportar los esfuerzos resultantes a que se verán sometidos debido a las condiciones ambientales.

## **7.7. LOCALES EN QUE EXISTAN BATERÍAS DE ACUMULADORES**

Los locales en que deban disponerse baterías de acumuladores con posibilidad de desprendimiento de gases, se considerarán como locales o emplazamientos con riesgo de corrosión, debiendo cumplir, además de las prescripciones señaladas para estos locales, las siguientes:

- El equipo eléctrico utilizado estará protegido contra los efectos de vapores y gases desprendidos por el electrolito.
- Los locales deberán estar provistos de una ventilación natural o artificial que garantice una renovación perfecta y rápida del aire. Los vapores evacuados no deben penetrar en locales contiguos.
- La iluminación artificial se realizará únicamente mediante lámparas eléctricas de incandescencia o de descarga.
- Las luminarias serán de material apropiado para soportar el ambiente corrosivo. Impedirán que los gases penetren en su interior.

- Los acumuladores que no aseguren por sí mismos y permanentemente un aislamiento suficiente entre partes bajo tensión y tierra, deberán ser instalados con un aislamiento suplementario. Este aislamiento no será afectado por la humedad.
- Los acumuladores estarán dispuestos de manera que pueda realizarse fácilmente la sustitución y el mantenimiento de cada elemento. Los pasillos de servicio tendrán una anchura mínima de 0,75 metros.
- Si la tensión de servicio es superior a 250 voltios con relación a tierra, el suelo de los pasillos de servicio será eléctricamente aislante.
- Las piezas desnudas bajo tensión, cuando entre éstas existan tensiones superiores a 250 voltios, deberán instalarse de manera que sea imposible tocarlas simultánea e inadvertidamente.

### **7.8. LOCALES AFECTADOS A UN SERVICIO ELÉCTRICO**

Locales o emplazamientos afectados a un servicio eléctrico son aquellos que se destinan a la explotación de instalaciones eléctricas y, en general, sólo tienen acceso a los mismos, personas cualificadas para ello.

Se considerarán como locales o emplazamientos afectados a un servicio eléctrico: los laboratorios de ensayos, las salas de mando y distribución instaladas en locales independientes de las salas de máquinas de centrales, centros de transformación, etc.

En estos locales se cumplirán las siguientes condiciones:

- Estarán obligatoriamente cerrados con llave cuando no haya en ellos personal de servicio.
- El acceso a estos locales deberá tener, al menos, una altura libre de 1,90 metros y una anchura mínima de 0,65 metros. Las puertas se abrirán hacia el exterior.
- Si la instalación contiene instrumentos de medida que deban ser observados o aparatos que haya que manipular constante o habitualmente, tendrá un pasillo de servicio de una anchura mínima de 1,10 metros. No obstante, ciertas partes del local o de la instalación que no estén bajo tensión; podrán sobresalir en el pasillo de servicio, siempre que su anchura no quede reducida en esos lugares a menos de 0,80 metros. Cuando existan a los lados del pasillo de servicio piezas desnudas bajo tensión, no protegidas, aparatos a manipular o instrumentos a observar, la distancia entre materiales eléctricos instalados enfrente unos de otros, será, como mínimo, de 1,30 metros.
- El pasillo de servicio tendrá una altura libre de 1,90 metros como mínimo. Si existen en su parte superior piezas no protegidas bajo tensión, la altura libre hasta esas piezas no será inferior a 2,30 metros.
- Sólo se permitirá colocar en el pasillo de servicio los objetos necesarios para el empleo de aparatos instalados.

- Los locales que tengan personal de servicio permanente estarán dotados de un alumbrado de seguridad.

### **7.9. ESTACIONES DE SERVICIO, GARAJES Y TALLERES DE REPARACIÓN DE VEHÍCULOS**

Se considerarán como estaciones de servicio, los locales o emplazamientos donde se efectúan trasvases de gasolina, otros líquidos volátiles inflamables o gases licuados inflamables, a vehículos automóviles.

Como garajes se consideran aquellos locales en que puedan estar almacenados más de tres vehículos al mismo tiempo.

Se considerará volumen peligroso el comprendido entre el suelo y un plano situado a 0,6 metros por encima de la parte más baja de las puertas exteriores o de otras aberturas que den al exterior por encima del suelo.

- No se dispondrá dentro de los volúmenes peligrosos ninguna instalación destinada a la carga de baterías.
- Los volúmenes peligrosos serán considerados como locales con riesgos de Clase I, División 1.
- Se colocarán cierres herméticos en las canalizaciones que atraviesen los volúmenes peligrosos.
- Las tomas de corriente e interruptores se colocarán a una altura mínima de 1,5 metros sobre el suelo, a no ser que presenten una cubierta especialmente resistente a las acciones mecánicas (IP XX9).

## CAPITULO 8.

### GUIA PARA LA ACCIÓN PREVENTIVA

Actualmente las microempresas en España presentan una serie de dificultades para elaborar un plan de actuación y cumplir la normativa vigente en cuanto a la prevención de riesgos laborales se refiere. Este aspecto viene propiciado en mayor medida por el desconocimiento del empresario y los trabajadores en esta materia.

Con el objetivo de marcar unas pautas de actuación, no solo para el empresario, sino también para los trabajadores, se ha creado esta guía que pretende contemplar la forma de auto abordar los riesgos mas comunes y las acciones preventivas oportunas.

No obstante, si la situación lo requiere, se deberá recurrir a un especialista externo para tratar el riesgo de una forma mas especializada.

Antes de comenzar a evaluar los riesgos, el empresario debe ser consciente que realiza una actividad para garantizar la seguridad y salud de sus trabajadores que propiciará en un futuro una mayor eficiencia y rendimiento de la empresa.

En una empresa de instaladores eléctricos deberán revisarse fundamentalmente los siguientes aspectos:

- Locales y equipos de trabajo
- Electricidad
- Agentes físicos
- Sustancias químicas
- Agentes biológicos
- Incendio y explosión
- Diseño de los puestos de trabajo
- Organización del trabajo

Además conviene llevar anotado el seguimiento de estas evaluaciones indicando entre otros, el responsable de cada apartado evaluado y las fechas de las revisiones (revisión realizada y revisión próxima futura).

A continuación se desarrollarán los aspectos citados anteriormente con más detalle, indicando para cada uno de ellos los posibles peligros, preguntas aclaratorias y acciones preventivas para mejorar la seguridad. Además la normativa aplicada en la elaboración de la GAP (Guía para la Acción Preventiva) queda reflejada en el Anexo 11.3.1.

### 8.1. LOCALES Y EQUIPOS DE TRABAJO

Como queda reflejado en la tabla 8.1, los principales peligros en locales y equipos de trabajo son los golpes y/o cortes, caídas en el mismo plano y caídas de altura.

Estas últimas sin duda constituyen un nivel de peligro mayor por lo que se deberá prestar más atención en la prevención de caídas de altura.

Tabla 8.1. GAP en locales y quipos de trabajo. [15]

Posibles Peligros	Preguntas aclaratorias	Acciones preventivas para mejorar la seguridad
<b>GOLPES y/o CORTES producidos por máquinas con partes móviles</b> sin protección: <input type="checkbox"/> Taladradoras <input type="checkbox"/> Radiales	¿Es posible alcanzar partes peligrosas mientras se realiza el trabajo?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En el caso de una nueva adquisición: prestar atención a la seguridad de los instrumentos (marcado CE).</li> <li>• Utilizar dispositivos de protección separadores.</li> <li>• Utilizar dispositivos de protección que obliguen a una acción simultánea de las dos manos.</li> </ul>
<b>CAÍDAS EN EL MISMO PLANO:</b> <input type="checkbox"/> Suciedades, restos de aceite, grasas, etc. <input type="checkbox"/> Suelos resbaladizos <input type="checkbox"/> Deformaciones del suelo <input type="checkbox"/> Calzado incorrecto	¿Puede alguien caerse, resbalar, tropezar, torcerse el pie o dar un paso en falso?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar suciedades con las que se pueda resbalar y obstáculos contra los que se pueda tropezar.</li> <li>• Reparar deformaciones del suelo.</li> <li>• Señalizar los obstáculos o deformaciones del suelo que no se puedan evitar.</li> <li>• Utilizar calzado adecuado.</li> </ul>
<b>CAÍDAS DE ALTURA:</b> <input type="checkbox"/> Desde escaleras fijas o de mano <input type="checkbox"/> Desde andamios <input type="checkbox"/> Desde puestos de trabajo elevados <input type="checkbox"/> Por aberturas en el suelo (por ej. fosos)	¿Se corren riesgos de caída de altura?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asegurar las barandillas y plintos de las escaleras fijas.</li> <li>• Asegurar las escaleras de mano mediante los apoyos apropiados.</li> <li>• Prestar especial atención al ángulo que forma la escalera con la superficie lateral de apoyo.</li> <li>• Abrir las escaleras de tijera completamente (todo lo que permita el tensor).</li> <li>• Montar correctamente los andamios y colocar barandillas.</li> <li>• Utilizar andamios certificados por un Laboratorio Acreditado (marcado CE).</li> <li>• En andamios, utilizar elementos de amarre, redes, etc.</li> <li>• Si los equipos de protección colectiva no son suficientes para impedir la caída de altura, utilizar equipos de protección individual: cinturones, cuerdas de amarre, amortiguador de caída, etc.</li> </ul>

### 8.2. ELECTRICIDAD

Sin lugar a dudas es el aspecto a tener más en cuenta ya que se trata de los riesgos propios de las instalaciones de electricidad. Cada uno de los peligros indicados son causas importantes de accidentes o enfermedades laborales y su prevención se torna prioritaria en la prevención de accidentes.



En la tabla 8.2 quedan recogidos los peligros entre los que destacan, por la mencionada peligrosidad, aquellos producidos por contacto eléctrico (directo e indirecto), métodos de trabajo, trabajos en proximidad y reparación de equipos eléctricos.

Tabla 8.2. GAP electricidad. [15]

Posibles Peligros	Preguntas aclaratorias	Acciones preventivas para mejorar la seguridad
<b>CONTACTO ELÉCTRICO</b> <b>directo</b> <b>o indirecto por:</b> <i>Falta o inadecuados equipos y herramientas:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Botas</li> <li><input type="checkbox"/> Guantes</li> <li><input type="checkbox"/> Protectores de ojos y cara</li> <li><input type="checkbox"/> Casco</li> <li><input type="checkbox"/> Ropa de trabajo</li> <li><input type="checkbox"/> Alfombrillas, banquetas y plataformas aislantes</li> <li><input type="checkbox"/> Materiales aislantes y rígidos para apantallar</li> <li><input type="checkbox"/> Herramientas aisladas y aislantes</li> <li><input type="checkbox"/> Pértigas y barras de maniobra</li> <li><input type="checkbox"/> Cadenas, señales y paneles</li> <li><input type="checkbox"/> Pinzas amperimétricas</li> <li><input type="checkbox"/> Destornilladores buscapolos</li> <li><input type="checkbox"/> Multímetros</li> <li><input type="checkbox"/> Detectores y dispositivos indicadores de tensión</li> <li><input type="checkbox"/> Equipos de localización de cables</li> <li><input type="checkbox"/> Equipos de puesta a tierra y en cortocircuito</li> <li><input type="checkbox"/> Banderas, banderolas y soportes</li> <li><input type="checkbox"/> Escaleras</li> </ul>	¿Son apropiados los equipos y las herramientas para los trabajos que se van a realizar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar que las características eléctricas son adecuadas para el trabajo.</li> <li>• Asegurarse de que los equipos y herramientas cumplen con la normativa legal exigible (marcado CE).</li> <li>• Asegurarse de que las instrucciones de utilización están disponibles y en español.</li> <li>• Utilización únicamente para la finalidad que indica el fabricante.</li> <li>• Utilización según las instrucciones del fabricante.</li> <li>• Utilizar escaleras que sean aislantes en todas sus partes.</li> </ul>
	¿Se realizan inspecciones de las herramientas y equipos de trabajo?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar periódicas inspecciones visuales de los equipos y las herramientas y siempre antes de su utilización.</li> <li>• Después de una reparación, una modificación, un accidente o un incidente, realizar tanto inspecciones visuales como de comportamiento eléctrico.</li> </ul>
	¿Se almacenan adecuadamente los equipos y las herramientas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguir las instrucciones del fabricante.</li> </ul>
<b>MÉTODOS DE TRABAJO:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> En tensión</li> <li><input type="checkbox"/> Sin tensión</li> </ul>	¿Se han adoptado las precauciones mínimas de seguridad?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Siempre que sea posible, los trabajos de tipo eléctrico deben realizarse sin tensión.</li> <li>• Para los trabajos sin tensión, aplicar las siguientes reglas (y por este orden):               <ul style="list-style-type: none"> <li>– Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión.</li> <li>– Enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.</li> <li>– Reconocimiento de la ausencia de tensión.</li> <li>– Poner a tierra y en cortocircuito todas las fuentes de tensión.</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Delimitar la zona de trabajo con señalización o pantallas aislantes.</li> <li>• En los trabajos sin tensión, restablecer el servicio de la instalación eléctrica cuando se tenga la completa seguridad de que: <ul style="list-style-type: none"> <li>– no queda nadie trabajando en ella,</li> <li>– no existe peligro alguno.</li> </ul> </li> <li>• En los trabajos en tensión, tomar las precauciones para evitar contactos eléctricos directos.</li> <li>• Suspender (o no iniciar) los trabajos a la intemperie en tensión cuando existan tormentas, se aproxime una tormenta, con precipitaciones (lluvia, nieve, granizo), niebla espesa, viento fuerte, etc.</li> </ul>
<b>ORGANIZACIÓN del trabajo:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Comunicación verbal</li> <li><input type="checkbox"/> Comunicación escrita</li> <li><input type="checkbox"/> Planos</li> <li><input type="checkbox"/> Esquemas</li> <li><input type="checkbox"/> Historial</li> </ul>	¿Están informados el instalador y sus ayudantes sobre el estado de la instalación (por ejemplo: estado de los dispositivos de seguridad, estado del aparellaje, etc.)? ¿Existe documentación actualizada de la instalación a modificar, reparar o realizar?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de comenzar cualquier trabajo, informar a los trabajadores del estado de la instalación, por los medios de comunicación apropiados.</li> <li>• En instalaciones complejas o confusas, entregar a los instaladores documentación referente a la instalación.</li> <li>• Después de realizar cualquier instalación eléctrica es conveniente actualizar los planos y/o esquemas eléctricos indicando la fecha de la modificación introducida.</li> </ul>
<b>TRABAJOS EN PROXIMIDAD de elementos en tensión:</b>	¿Se respetan las distancias de seguridad?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar apantallamientos.</li> <li>• Recubrir los conductores con aislantes.</li> <li>• Limitar las distancias de trabajo y proximidad.</li> <li>• Limitar el campo de acción de los equipos elevadores.</li> </ul>
<b>ACCESO A LUGARES con peligro eléctrico:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Suelo</li> <li><input type="checkbox"/> Poste</li> <li><input type="checkbox"/> Torre</li> <li><input type="checkbox"/> Escalera</li> </ul>	¿Está regulado el acceso a los lugares con peligro eléctrico?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restringir el acceso a los lugares con peligro eléctrico a personas ajenas a los trabajos.</li> <li>• Señalizar y delimitar las zonas con peligro eléctrico.</li> <li>• En el caso de que la iluminación natural sea insuficiente, utilizar iluminación artificial.</li> </ul>
<b>REPARACIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Conductores</li> <li><input type="checkbox"/> Enchufes</li> <li><input type="checkbox"/> Fusibles</li> <li><input type="checkbox"/> Lámparas</li> <li><input type="checkbox"/> Timbres</li> <li><input type="checkbox"/> Maquinaria</li> </ul>	¿Se corta la corriente?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es recomendable realizar todos estos trabajos sin tensión.</li> </ul>

### 8.3. AGENTES FÍSICOS

Entre los principales peligros producidos por aspectos físicos podemos destacar las fuentes de ruido, como refleja la tabla 8.3. A lo largo del documento no se ha hecho especial hincapié, pese a tratarse de un factor importante, ya que son un tipo de riesgos muy específicos (para cuya evaluación existe normativa característica de aplicación), además de requerir la ayuda de un experto para su evaluación.

Tabla 8.3. GAP agentes físicos. [15]

Posibles Peligros	Preguntas aclaratorias	Acciones preventivas para mejorar la seguridad
<b>Fuentes de RUIDO:</b> <input type="checkbox"/> Compresores <input type="checkbox"/> Maquinaria de elevada emisión	¿Están los instaladores o sus ayudantes expuestos frecuentemente a ruidos elevados o a ruido producido por golpes?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar revestimientos que absorban el ruido en paredes y techo.</li> <li>• Separar espacialmente las fuentes de ruido: apantallar, encapsular, etc.</li> <li>• Utilizar protectores de los oídos (tapones de protección u orejeras).</li> <li>• Delimitar las zonas de ruido.</li> <li>• Reducir los tiempos de exposición.</li> </ul>
<b>CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS:</b> <input type="checkbox"/> Conductores de Alta Tensión <input type="checkbox"/> Instalaciones industriales con densidades muy elevadas de flujo magnético <input type="checkbox"/> Campos de alta frecuencia	¿Están los instaladores o sus ayudantes sometidos a campos electromagnéticos?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respetar los valores límite para campos eléctricos y magnéticos.</li> <li>• Marcar las zonas de peligro.</li> <li>• Permitir el acceso sólo al personal formado.</li> <li>• Informar a los portadores de marcapasos.</li> </ul>
	En la instalación o reparación de líneas eléctricas aéreas sin tensión, ¿existen cruzamientos de líneas en tensión?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poner a tierra la línea sin tensión en tantos puntos como sea necesario.</li> </ul>

### 8.4. INCENDIO Y EXPLOSIÓN

Entre los principales peligros de este aspecto se destacan los riesgos de incendio (por trabajos en proximidad de productos inflamables), como se observa en la tabla 8.4. Un aspecto fundamental para la prevención de este tipo de accidentes es la incorporación de un sistema de extinción de incendios que permita la seguridad entre los trabajadores.

Tabla 8.4. GAP incendio y explosión. [15]

Posibles Peligros	Preguntas aclaratorias	Acciones preventivas para mejorar la seguridad
<b>Riesgo de INCENDIO por trabajos en proximidad de productos inflamables y/o mezclas explosivas:</b> <input type="checkbox"/> Líquidos inflamables <input type="checkbox"/> Sólidos inflamables <input type="checkbox"/> Mezcla de aire y gases inflamables <input type="checkbox"/> Mezcla de aire y polvos inflamables <input type="checkbox"/> Mezcla de aire y fibras	¿Se puede provocar un incendio y/o una explosión?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retirar las sustancias inflamables que no sean necesarias.</li> <li>• Eliminar las posibles fuentes de energía de activación.</li> <li>• Prohibir fumar.</li> <li>• Realizar ventilación natural o forzada.</li> <li>• Comprobar la hermeticidad de los conductos de gas.</li> <li>• Realizar un control de la concentración de polvos y fibras.</li> <li>• No realizar trabajos eléctricos en tensión en emplazamientos con atmósferas</li> </ul>

		potencialmente explosivas.
	¿Tiene equipos e instalaciones de extinción de incendios adecuados?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocar extintores de incendio portátiles adecuados a la clase de fuego.</li> <li>• Instalaciones fijas de extinción.</li> <li>• Mantenimiento periódico de las instalaciones fijas de extinción y de los extintores.</li> <li>• Instalar sistemas de detección y alarma.</li> <li>• Definir vías de evacuación (señalizarlas y dejarlas libres).</li> <li>• Colocar carteles con planos de localización (planos de: "Vd. está aquí").</li> </ul>

### 8.5. DISEÑO DE LOS PUESTOS DE TRABAJO

Aspectos como el mostrado en la tabla 8.5 son fundamentales en la acción preventiva. A menudo no son considerados por no tratarse de un peligro aparente, pero se trata de una serie de peligros en los que las posibles mejoras en las condiciones de trabajo son muy efectivas.

Tabla 8.5. GAP diseño de los puestos de trabajo. [15]

Posibles Peligros	Preguntas aclaratorias	Acciones preventivas para mejorar la seguridad
<b>CLIMA EXTERIOR:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Mucho calor (rayos solares)</li> <li><input type="checkbox"/> Frío</li> <li><input type="checkbox"/> Precipitación (lluvia, nieve, granizo, etc.)</li> <li><input type="checkbox"/> Tormenta</li> <li><input type="checkbox"/> Niebla</li> </ul>	¿Se trabaja bajo malas condiciones atmosféricas?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar medios de protección contra el sol.</li> <li>• Utilizar ropa de protección (de invierno, de verano, impermeable, etc.).</li> <li>• Suspender los trabajos cuando las condiciones atmosféricas puedan ocasionar un accidente.</li> </ul>
<b>Trabajos realizados manejando CARGAS o en POSTURAS FORZADAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Manejo de pesos</li> <li><input type="checkbox"/> Desplazamientos</li> <li><input type="checkbox"/> Movimientos repetitivos</li> <li><input type="checkbox"/> Trabajo agachados</li> <li><input type="checkbox"/> Con los brazos en alto</li> <li><input type="checkbox"/> Con el cuerpo inclinado</li> </ul>	¿Se toman precauciones para evitar una sobrecarga física que pueda resultar perjudicial para la salud?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar elementos auxiliares para el transporte de pesos.</li> <li>• Respetar las cargas máximas según sexo y edad.</li> <li>• Seleccionar útiles de trabajo (mangos, alargaderas) con un diseño adecuado para evitar las posturas forzadas.</li> <li>• Proporcionar formación para la manipulación de cargas.</li> <li>• Vigilancia periódica de la salud.</li> </ul>

## 8.6. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

Al igual que sucede en el apartado anterior (diseño de los puestos de trabajo), la organización del trabajo no suele estar considerada como un peligro a incluir en la acción preventiva.

Los accidentes y las enfermedades que afectan a los trabajadores no sólo dañan la salud del trabajador, sino también el éxito en la gestión de la empresa. Las horas de trabajo perdidas por accidentes y enfermedades, la falta de organización, por ejemplo, en la preparación del trabajo, causa con frecuencia tensiones innecesarias y trabajos precipitados que pueden dar lugar a accidentes y enfermedades.

Estos posibles riesgos se muestran en la tabla 8.6 a continuación:

Tabla 8.6. GAP organización del trabajo. [15]

Posibles Peligros	Preguntas aclaratorias	Acciones preventivas para mejorar la seguridad
<b>ORGANIZACIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Reparto inadecuado de tareas</li> <li><input type="checkbox"/> NO designación de responsable</li> <li><input type="checkbox"/> Falta de procedimientos de trabajo escritos</li> <li><input type="checkbox"/> Fallos en la comunicación</li> <li><input type="checkbox"/> Carencia de formación en primeros auxilios</li> </ul>	¿Se siguen criterios organizativos adecuados?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La responsabilidad de los trabajos debe recaer sobre una sola persona.</li> <li>• Debe existir un documento escrito de los trabajos a realizar.</li> <li>• Algún(os) trabajador(es) debe(n) estar formado(s) para prestar los primeros auxilios ante un accidente eléctrico.</li> <li>• Antes de comenzar cualquier trabajo: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Informar al responsable de la instalación.</li> <li>– Delimitar y restringir el acceso a la zona de trabajo.</li> <li>– Tener a disposición los equipos de primeros auxilios.</li> </ul> </li> <li>• Cualquier trabajador debe poder exponer al Jefe de los trabajos todas las objeciones que, por motivo de seguridad, considere oportunas.</li> </ul>
<b>Situaciones de trabajo que producen ESTRÉS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Jornada laboral excesiva</li> <li><input type="checkbox"/> Trabajos no planificados o imprevistos</li> <li><input type="checkbox"/> Trabajo a destajo</li> <li><input type="checkbox"/> Trabajos que requieren otra cualificación</li> </ul>	¿Se planifica bien el trabajo a realizar desde el taller?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planificar los trabajos y asignarles el tiempo adecuado teniendo en cuenta una parte para imprevistos.</li> <li>• Seleccionar al trabajador según la actividad que ha de desarrollar.</li> <li>• Coordinar con otros gremios de la obra.</li> <li>• Organizar todos los equipos y material necesarios en la obra antes de salir del taller.</li> </ul>
<b>Defectos en el USO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Equipos de retención de caídas</li> <li><input type="checkbox"/> Puntos de fijación inseguros para cinturones y resguardos</li> <li><input type="checkbox"/> Barras protectoras incorrectamente fijadas</li> </ul>	¿Se controlan los equipos de protección?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar puntos de fijación adecuados para cinturones de seguridad y resguardos.</li> <li>• En trabajos en altura, adoptar las medidas de seguridad adecuadas al desarrollo de trabajo.</li> <li>• Utilizar dispositivos de captura sólo si no es posible prevenir las caídas.</li> </ul>
<b>Estado y utilización de equipos de</b>	¿Existen defectos (roturas, desgastes, filtros caducados,	• Todos los EPI utilizados deben tener el marcado CE.

<p><b>protección individual (EPI):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Equipos de protección individual (guantes, calzado, protección respiratoria, ropa de trabajo, etc) NO adecuados a los riesgos de la actividad</li> <li>□ Equipos de protección individual de uso NO personal</li> <li>□ Falta de instrucciones para la correcta utilización de los equipos de protección individual</li> <li>□ Falta de señalización de los puestos de trabajo que requieren equipos de protección</li> </ul>	<p>etc.) en los equipos de protección individual?</p> <p>¿Se utilizan correctamente los equipos de protección individual?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elegir el EPI adecuado a cada riesgo y en número suficiente.</li> <li>• Mantenimiento y limpieza del EPI según instrucción del fabricante.</li> <li>• Mantener el EPI en buenas condiciones de uso.</li> <li>• Sustituir los EPI defectuosos y disponer de los recambios necesarios.</li> <li>• Los EPI no serán expuestos al sol ni a las inclemencias del tiempo.</li> <li>• Comprobar la caducidad del EPI.</li> <li>• Comprobar la eficacia del EPI periódicamente y después de un uso intenso.</li> </ul>
<p><b>Utilización DE EQUIPOS DEFECTUOSOS o no adecuados:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Escaleras defectuosas</li> <li>□ Máquinas herramientas dañadas</li> </ul>	<p>¿Es defectuoso o no adecuado el equipo utilizado?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No utilizar equipos estropeados.</li> <li>• Informar de los equipos averiados.</li> <li>• Hacer reparar los equipos eléctricos por personas especializadas.</li> <li>• Asegurar un suministro adecuado de las piezas necesarias.</li> </ul>
<p><b>CONDUCTAS PERSONALES ante los riesgos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>□ Escasa información sobre los riesgos laborales</li> <li>□ No utilizar métodos de trabajo seguros ni los medios de protección</li> </ul>	<p>¿Consideran los trabajadores que es una cosa natural tomar medidas de seguridad?</p> <p>¿Han ocurrido situaciones de peligro como consecuencia de comportamientos incorrectos de los trabajadores?</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover la aceptación de medidas de seguridad.</li> <li>• Instruir convenientemente a los trabajadores en todos y cada uno de los cometidos y situaciones de riesgo ante los que se puedan encontrar.</li> <li>• Planificar reuniones con instrucciones de seguridad periódicamente.</li> <li>• Promover la concienciación de responsabilidad por la seguridad del compañero de trabajo.</li> <li>• Informar sobre posibles daños a consecuencia del no uso de equipos de protección individual.</li> </ul>

### 8.7. OTROS FACTORES DE SEGURIDAD

Por último incluir otros factores de seguridad con gran efectividad en caso de mejora, como lo son la formación de empresario y trabajadores en cuanto a la materia preventiva.

Conocer los posibles peligros, tener una cualificación mínima, titulaciones requeridas y señalizaciones obligatorias, entre otras, quedan expuestos en la tabla 8.7.

Tabla 8.7. GAP otros factores de seguridad. [15]

Posibles Peligros	Preguntas aclaratorias	Acciones preventivas para mejorar la seguridad
<b>FALTA DE FORMACIÓN</b> <input type="checkbox"/> El Jefe del trabajo	¿Tiene la formación y el nivel de competencia necesarios?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Debe poseer la titulación necesaria para realizar el trabajo.</li> <li>• Antes de iniciar cualquier trabajo, debe asegurarse de que se cumplen todas las instrucciones, normas y prescripciones adecuadas.</li> <li>• Debe advertir a los trabajadores de todos los peligros difíciles de percibir por ellos.</li> </ul>
<b>FALTA DE FORMACIÓN</b> <input type="checkbox"/> Los instaladores y sus ayudantes	¿Tiene la formación y el nivel de competencia necesarios?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deben tener la cualificación mínima que exija la Legislación.</li> <li>• Los trabajadores deben tener facultades tanto intelectuales como físicas para poder desarrollar el trabajo sin peligro.</li> <li>• Ningún trabajador con insuficiente formación o información debe realizar trabajos en instalaciones eléctricas.</li> <li>• Formar y reciclar a los trabajadores sobre prescripciones de seguridad, normas de seguridad, instrucciones internas de la empresa, etc.</li> </ul>
<b>SEÑALIZACIÓN:</b> <input type="checkbox"/> Óptica <input type="checkbox"/> Acústica <input type="checkbox"/> Táctil	¿Es suficiente, clara, concreta y actualizada la señalización en el lugar de trabajo?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Señalizar cuando se requiera llamar la atención sobre: un peligro, una indicación, una obligación, etc.</li> <li>• Señalizar siempre que un peligro pueda pasar desapercibido.</li> <li>• En trabajos en zanjas, colocar</li> </ul>

## CAPITULO 9.

### CONCLUSIONES /RESUMEN

Como conclusión final del trabajo sobre prevención de riesgos laborales en el ámbito de la electricidad, podemos destacar los siguientes aspectos:

- Antes de evaluar el riesgo, debemos comprender los dos factores fundamentales que lo definen: daño o peligrosidad y frecuencia de que aparezca. A menudo, tendemos a obviar el segundo y como hemos comprobado tiene un carácter fundamental en la aparición y valoración del nivel de riesgo.

Una vez sepamos a que tipo de riesgo eléctrico nos estemos enfrentando y conozcamos la terminología propia, trataremos de abordarlo atendiendo a uno de los dos factores mencionados anteriormente: reduciendo el daño tomando unas medidas preventivas o disminuyendo la frecuencia de que aparezca, identificándolo y abordando el riesgo.

- Los principales riesgos eléctricos que hemos considerado son los producidos por contacto eléctrico directo (contactos de personas con partes activas de los materiales y equipos) e indirecto (contactos de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión).
- Debemos conocer, además del riesgo, las posibles consecuencias que tiene cada uno de ellos en el trabajador, es decir, el efecto de la corriente eléctrica sobre el organismo.

Para ello hemos analizado distintos aspectos como la resistencia de la persona (variable en función de unos factores como la humedad o dureza de la piel), intensidad de la corriente (un aumento de la misma provocará efectos mas graves), frecuencia (peligrosidad de bajas frecuencias 50-60Hz frente a altas frecuencias 10.000 Hz), tiempo de contacto (para intensidades mayores de 10 mA) y recorrido a través del cuerpo (recorridos mas peligrosos en función de los organismos fundamentales que los atraviesen).

- Una vez este identificado el riesgo y las posibles consecuencias sobre el organismo, es el momento de prevenir y proteger, según el tipo de riesgo. De este modo, nos encontramos con protecciones frente a contactos directos (distancias mínimas de seguridad) e indirectos (disyuntores diferenciales que corten el suministro de corriente eléctrica).
- No solo hay que prevenir trabajos en baja tensión (o sin tensión), sino que también hay que analizar los trabajos y maniobras más frecuentes en instalaciones de alta tensión. Una vez conozcamos las medidas preventivas para instalaciones y trabajos en AT (5 reglas de oro), podremos tratar diferentes trabajos como maniobras con seccionadores, transformadores, condensadores de alta tensión, motores, dinamos o trabajos en proximidad de instalaciones de AT.



- Un aspecto importante en la prevención de riesgos laborales lo constituyen los EPIs, tanto individuales como colectivos. El correcto uso y empleo de cascos, guantes, aislantes o máscaras, puede reducir en un número elevado el riesgo de padecer un accidente.
- Para crear todo este plan de prevención, es necesario conocer el local en el que esta teniendo lugar la instalación o se realiza la maniobra. Locales con riesgo de incendio y explosión constituyen uno de los tipos de locales más propicios a sufrir un accidente. Sin embargo, locales que a priori no presentan peligro ninguno, como locales a baja temperatura o riesgo de corrosión no evidente, son objeto necesario de estudio para conocer las características que los definen y el método preventivo que se debe llevar a cabo.
- Por último, en las microempresas (pequeñas y medianas empresas) que constituyen más del 95% de las empresas de España, debería ser de carácter obligatorio el cumplimiento de todo este procedimiento. Sin embargo un empresario que gestione una empresa con pocos trabajadores a su cargo, a menudo descuida esta faceta. Con el objetivo de acercar, tanto a empresario como a trabajador, a este ámbito, se ha creado una guía para la acción preventiva en la que se desarrollan los principales riesgos y las acciones preventivas que los solucionan.

Como ya se ha demostrado, el estrés, malestar, fatiga o cansancio puede producir una ineficiencia en la producción tan importante como una baja por accidente laboral. Por este motivo, además de los riesgos citados durante el documento, también se han recogido otros no menos importantes de cara a la efectividad y productividad de la empresa como la organización del trabajo y el diseño de los puestos del mismo.

Por último, efectuar una reflexión sobre la situación actual de la prevención de riesgos laborales y sus retos de futuro: pese a que en el último periodo analizado, el número de accidentes laborales y el índice de incidencia han descendido respecto al periodo anterior (en concordancia con la tendencia de los últimos años), España todavía está lejos de los valores medios del resto de Europa. Aun contando con un marco normativo y unas políticas públicas equiparables, no hemos sido capaces de crear una verdadera cultura preventiva entre los principales sujetos implicados en la seguridad y salud laboral: los trabajadores, empresarios y técnicos en prevención de riesgos laborales.

En nuestro país se constata un cumplimiento de la ley y obligaciones preventivas más formal y burocrático que real y efectivo. Por este motivo, el reto (más de 20 años después de la aprobación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales) sigue siendo cambiar nuestras actitudes y comportamientos en relación con la seguridad y salud en el trabajo.

Para llevar a cabo este objetivo requiere, en mi opinión, una revisión de las medidas llevadas a cabo hasta la fecha y la adopción de otras nuevas, como las siguientes:

- Potenciar la política de sensibilización e información, dirigida a la población activa y a los empresarios.
- Desarrollo e implementación de planes formativos sobre seguridad y salud en el trabajo destinados a los alumnos de secundaria, de ciclos formativos y estudios universitarios.
- Mejoras en el control y seguimiento de los servicios de prevención, las entidades formativas y los auditores de sistemas de prevención, mediante el establecimiento de niveles de exigencia más elevados.
- Políticas de incentivación de la I+D+i dirigidas a centros de investigación, entidades especializadas en prevención de riesgos laborales, empresas y autónomos. La seguridad y salud laboral puede convertirse en un sector de creación de empleo cualificado y de desarrollo económico.
- Revisión del marco normativo para adecuarlo a las necesidades de las pequeñas y medianas empresas, y para contemplar las especialidades de los sectores productivos.

## CAPITULO 10.

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] Anuario de estadísticas Laborales y de Asuntos Sociales 1997-2011, Ministerio de Empleo y Seguridad social.
- [2] Basada en informe de siniestralidad: Julio 2011-Junio 2012, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- [3] Risco Suárez A. del Riesgo de accidente eléctrico. Elaboración propia, basada en el artículo en línea. MEDISAN 2003; 7(4). [http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol7\\_4\\_03/san13403.htm](http://bvs.sld.cu/revistas/san/vol7_4_03/san13403.htm), Septiembre 2012.
- [4] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.
- [5] Tomado y modificado de: <http://siprevex.juntaex.es/>, página web, Septiembre 2012.
- [6] Pérez Gabarda, Luis. NTP 400 “Corriente eléctrica: efectos al atravesar el organismo” y NTP 437 “Aspectos particulares de los efectos de la corriente eléctrica (I)”
- [7] Tomado del archivo digital: <http://www.ing.unp.edu.ar/electronica/asignaturas/ee016/anexo/s-BIB851.pdf>, página 57, Octubre 2012.
- [8] Tomado de: <http://www.siafa.com.ar/notas/nota176/efectos.htm>, página web, Octubre 2012. INSHT, España.
- [9] Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Artículo 4 “Clasificación de las tensiones. Frecuencia de las redes”. Real Decreto 842/2002, de 2 agosto. Ministerio Ciencia Y Tecnología. BOE 18 septiembre 2002, núm. 224, [pág. 33085].
- [10] Pérez Soriano, Javier. Tomado de <http://www.prevenciondocente.com/evaluacion.htm>, página web, Octubre 2012.
- [11] Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPV. Tomado de [http://www.sprl.upv.es/IOP\\_ELEC\\_04.htm](http://www.sprl.upv.es/IOP_ELEC_04.htm), página web, Octubre 2012.
- [12] Fotografía esquema disyuntor diferencial, tomado de <http://www.electropar.com.py/pdf/electricidad/Disyuntor%20diferencial.pdf>, página web, Octubre 2012.
- [13] Tomado de “6-Trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas de baja y alta tensión.”, <http://siefp.wikispaces.com/Tema+6>, página web, Octubre 2012.
- [14] Guantes aislantes de electricidad EPI. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.
- [15] Guía para la Acción Preventiva: Instaladores eléctricos. GAP 002. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.
- [16] Rodríguez Planas, Dimas. NTP 763 “Distancias a líneas eléctricas de baja tensión”
- [17] Basada en RD 223/2008 sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. Ministerio de Industria, España.

**10.1 BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA**

- Anuario de Estadísticas del Ministerio de Empleo y Seguridad Social (MEYSS).
- Reglamento Eléctrico para Baja Tensión
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía.
- Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- Organización General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, apartado segundo del artículo 67 y artículo 62.1.
- Ministerio de Industria y Energía de España.
- Instrucciones complementarias del reglamento electrotécnico para Baja tensión. Ministerio de Industria Y Energía.
  - MIE BT-008. Puesta a neutro de masas en redes de distribución de energía eléctrica.
  - MIE BT-012. Instalaciones de enlace. Cajas generales de protección
  - MIE-BT-026. Prescripciones particulares para instalaciones de locales con riesgo de incendio o explosión.
  - MIE-BT-027. Instalaciones en locales de características especiales
  - MIE BT 029. Instalaciones a pequeñas tensiones.
  - MIE BT-031. Receptores. Prescripciones generales.
  - MIE BT-035. Transformadores y autotransformadores Reactancias y Rectificadores Condensadores.
  - MIE BT-041. Autorización y puesta en servicio de las instalaciones.
  - MIE BT-042. Inspección de las instalaciones.
- Normas: UNE 20-572-92/1; UNE 20.322-86; CEI 79-0; EN 50.014; UNE 20.323-78.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 485/97, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/97, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 773/97, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- R.D. 1215/97, de 18 de julio, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- Seguridad en el trabajo. Electricidad. Baja Tensión. Editado por Fremap. Mutua de accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social nº 61.
- Protección contra contactos eléctricos Indirectos. Separata del 1er Symposium de
- Seguridad en el Trabajo. D. Rafael Valls Azorín.
- La distribución en Baja Tensión y Protección de Personas. Merlín Guerin.
- REAL DECRETO 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo. BOE núm. 145, de 18 de junio.

## CAPITULO 11.

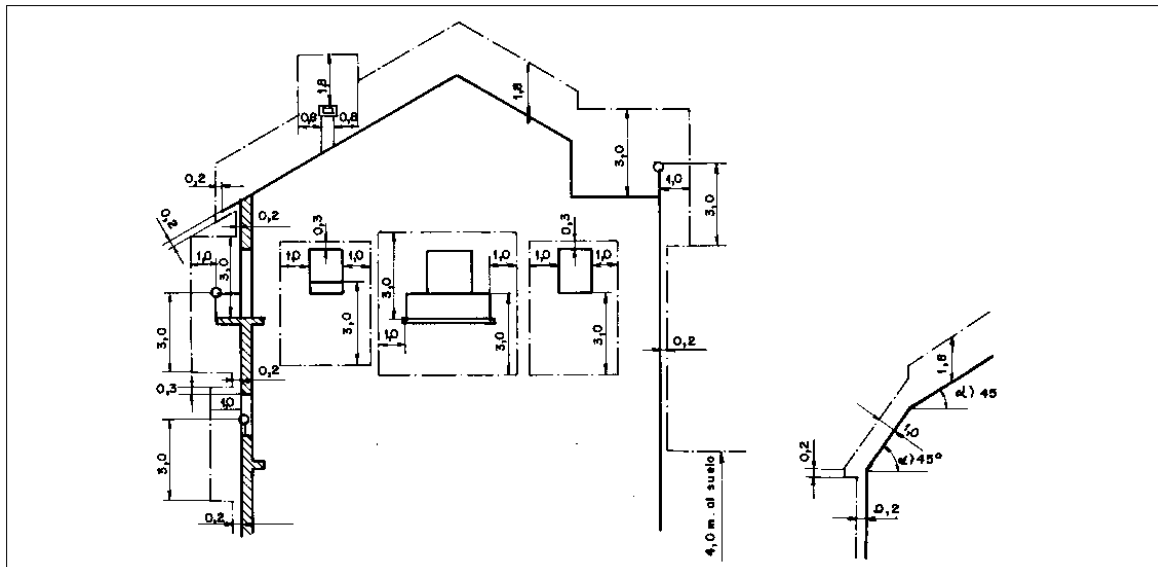
ANEXOS**11.1 DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN**

Figura 11.1. Distancias a líneas eléctricas de baja tensión. [16]

- Cruzamientos con líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión**

La línea de Baja Tensión debe cruzar por debajo de la línea de Alta Tensión.

$$D = 1,5 + \frac{U + L1 + L2}{100} \text{ m}$$

U = tensión nominal línea AT (kV)

L1 = longitud entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de AT (m)

L2 = longitud desde el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea de BT (m)

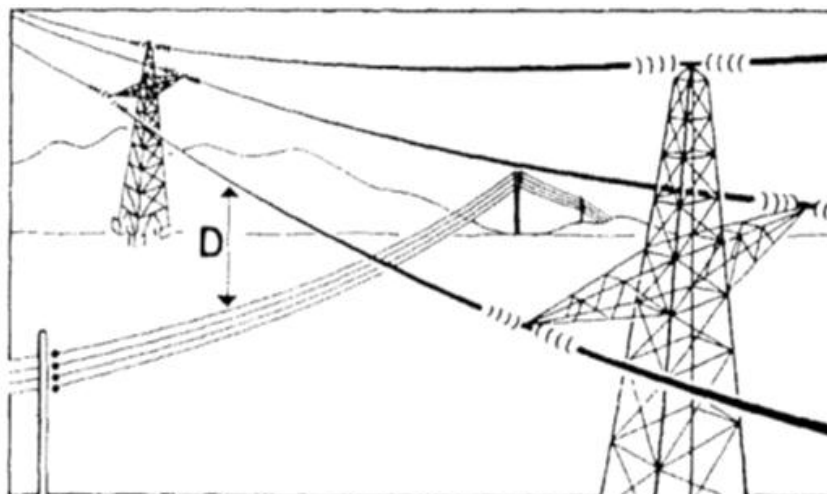


Figura 11.2. Cruzamientos con líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión. [16]

- **Cruzamientos con líneas de telecomunicación.**

$D \geq 0,5$  m (para cruzamiento de conductores desnudos en distintos apoyos).

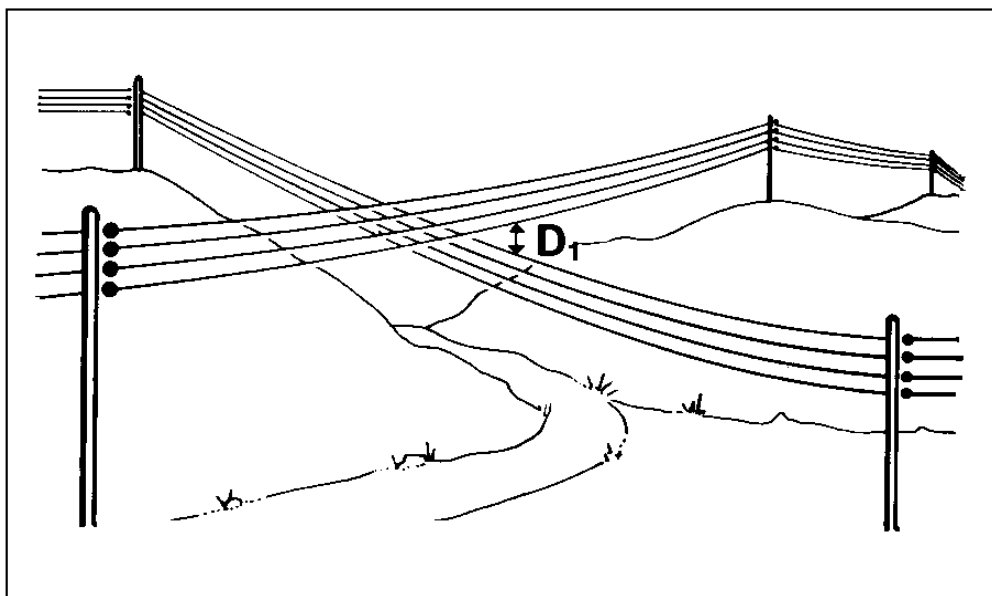


Figura 11.3. Cruzamientos con líneas de telecomunicación. [16]

- **Cruzamientos con carreteras o FFCC sin electrificar.**

$D \geq 6$  m (para el conductor más bajo en el punto de flecha máxima)

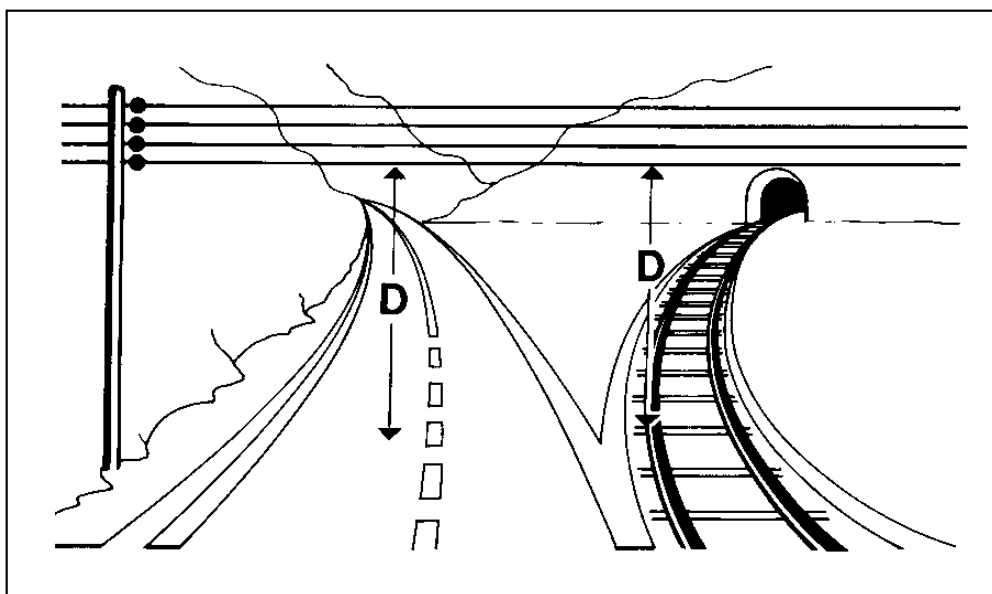


Figura 11.4. Cruzamientos con carreteras o FFCC sin electrificar. [16]

- **Cruzamientos con FFCC electrificados, tranvías y trolebuses.**

$D_1 \geq 2 \text{ m}$  (con los cables o hilos sustentadores)

$D_2 \geq 0,3 \text{ m}$  (en el caso de troles respecto a la posición más desfavorable de éste)

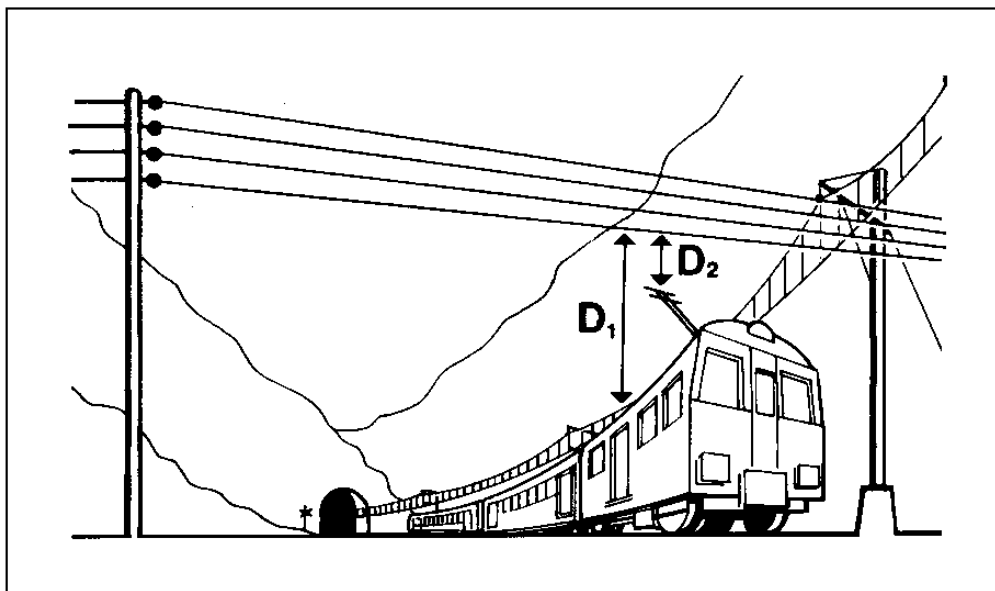


Figura 11.5. Cruzamientos con FFCC electrificados, tranvías y trolebuses. [16]

- **Cruzamientos con teleféricos y cables transportadores.**

$D_s \geq 2 \text{ m}$

$D_i \geq 3 \text{ m}$

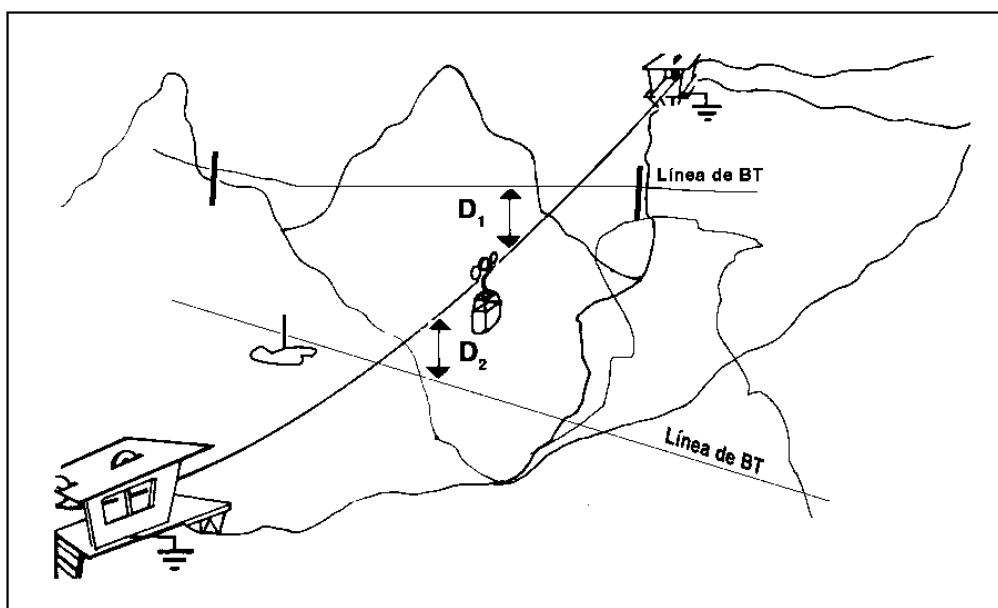


Figura 11.6. Cruzamientos con teleféricos y cables transportadores. [16]

- **Cruzamientos con ríos y canales navegables o flotables.**

$H \geq (G + 1)$  m (en caso de G indeterminado se considerará  $G = 6$  m)

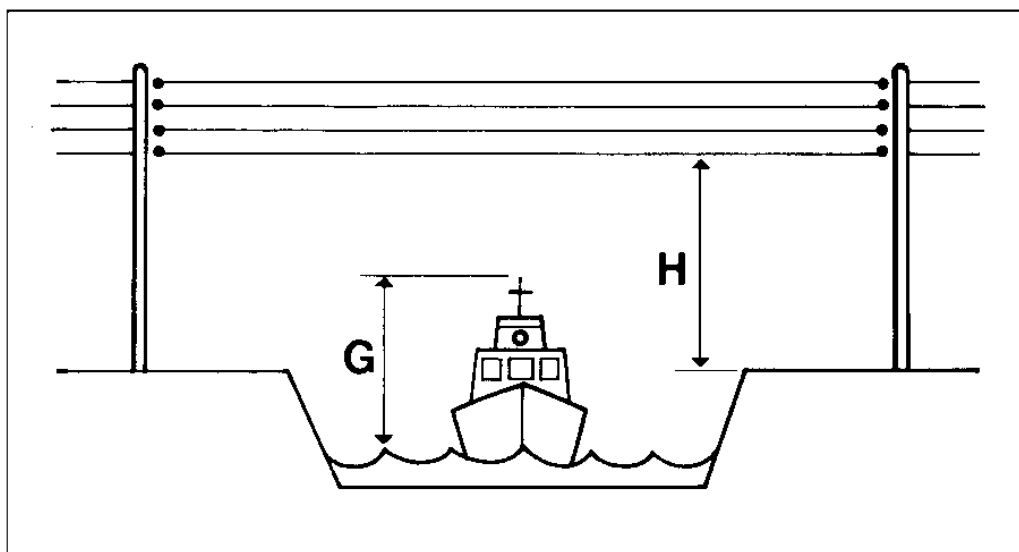


Figura 11.7. Cruzamientos con ríos y canales navegables o flotables. [16]

- **Cruzamientos con antenas receptoras de radio y TV.**

$D \geq 1$  m

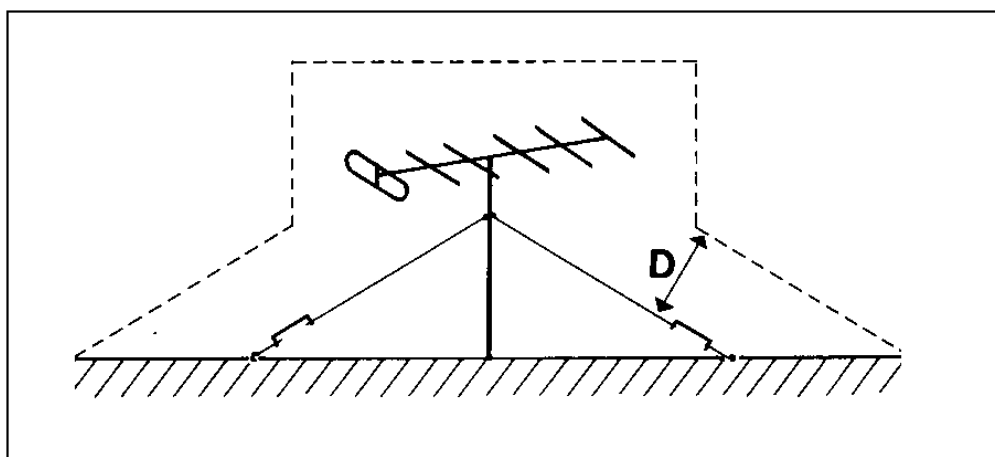


Figura 11.8. Cruzamientos con antenas receptoras de radio y TV. [16]



- **Proximidades y paralelismos con líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión.**

A ser posible  $D \geq 1,5 H$

En todo caso

- $D \geq 2\text{m}$  si  $U \geq 66\text{ kV}$
- $D \geq 3\text{m}$  si  $U \geq 66\text{ kV}$

$U$  = Tensión nominal de la línea AT

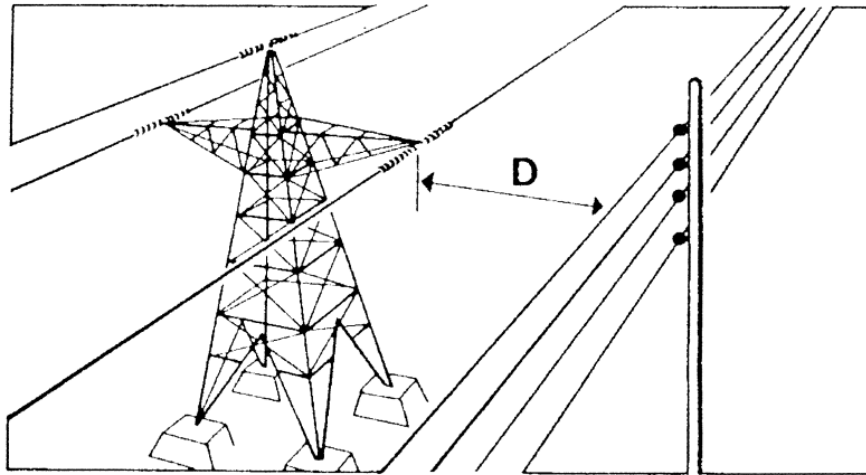


Figura 11.9. Proximidades y paralelismos con líneas eléctricas aéreas de Alta Tensión. [16]

- **Proximidades y paralelismos con otras líneas de Baja Tensión o telecomunicaciones.**

$D \geq 1\text{ m}$  (montadas sobre distintos apoyos)

Cuando estén montadas sobre el mismo apoyo: ver REBT MIBT 003 Cap. 4 y MIBT 003 Cap.16 Ap. 2

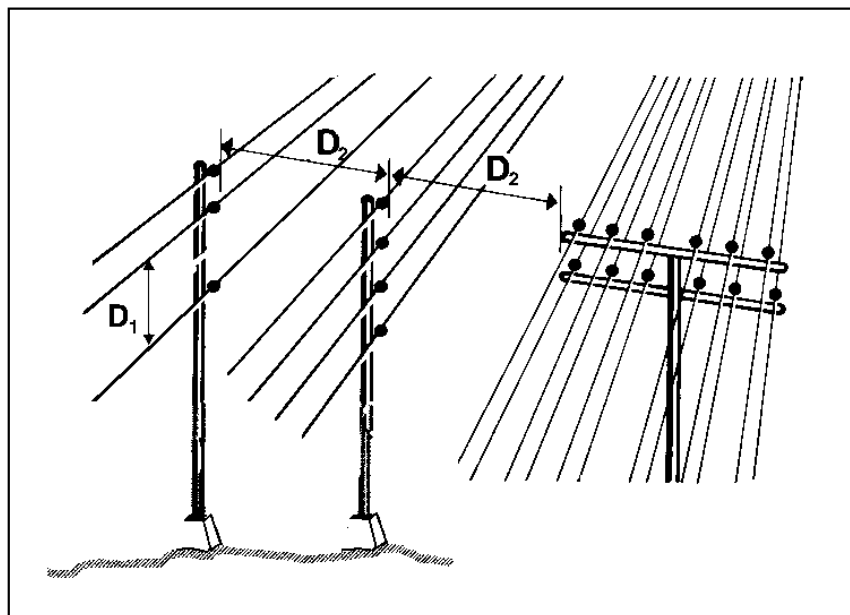


Figura 11.10. Proximidades y paralelismos con otras líneas de Baja Tensión o telecomunicaciones. [16]

- **Proximidades y paralelismos con cables y carreteras nacionales, provinciales y comarcales.**

Para conductores desnudos

- $D_1 \geq 6 \text{ m}$
- $D_2 \geq 5 \text{ m}$

Para conductores aislados ver REBT MIBT 003 Cap. 5

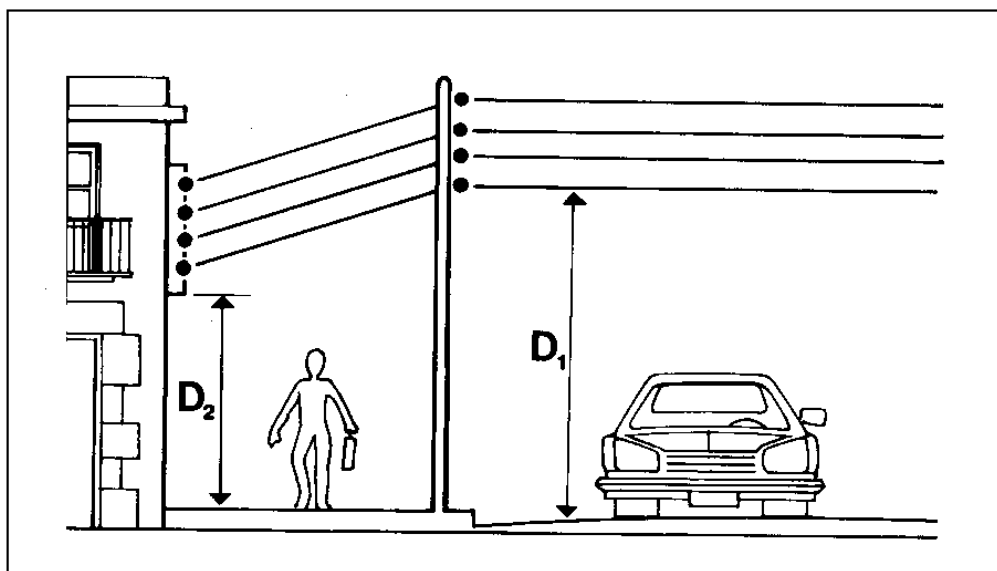


Figura 11.11. Proximidades y paralelismos con cables y carreteras nacionales, provinciales y comarcales. [16]

- **Proximidades y paralelismos con FFCC electrificados, tranvías y trolebuses.**

$D \geq 1,5 \text{ m}$

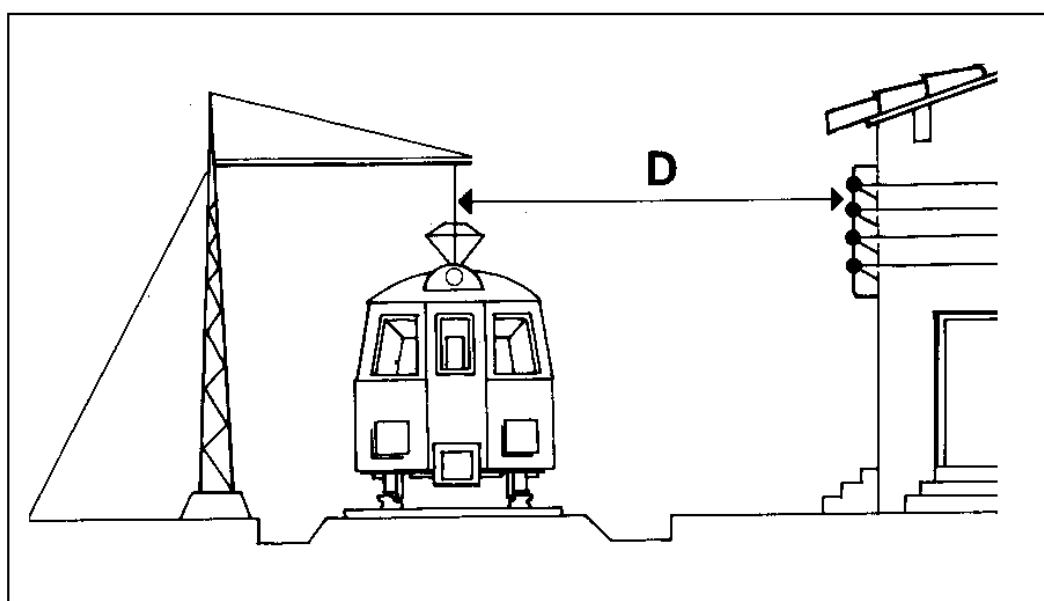


Figura 11.12. Proximidades y paralelismos con FFCC electrificados, tranvías y trolebuses. [16]

## 11.2 DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

- Distancia de los conductores al terreno.

$$D \geq 5,3 + \frac{U}{150} m$$

(D mínimo = 6 m) (En lugares de difícil acceso puede reducirse en un metro)

U = Tensión nominal de la línea en Kv

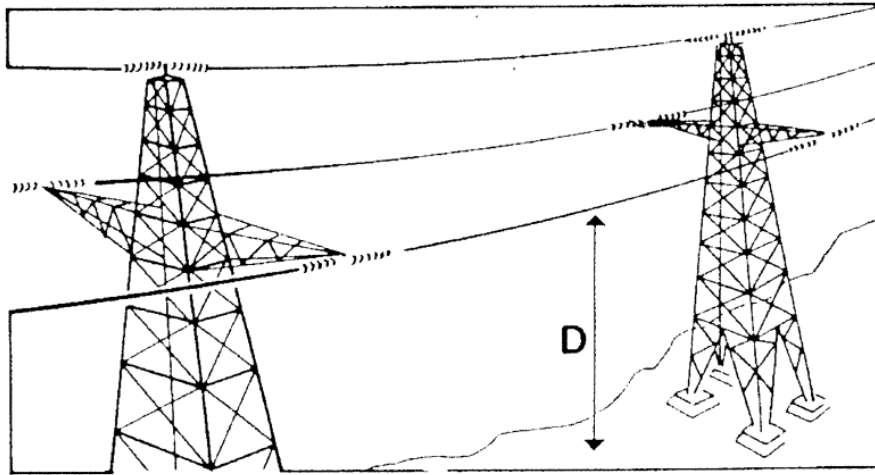


Figura 11.13. Distancia de los conductores al terreno. [17]

- Cruzamientos con líneas eléctricas aéreas y de telecomunicaciones

$$D \geq 1,5 + \frac{U + L1 + L2}{100} m$$

U = Tensión nominal en kV de la línea superior.

L1 = Longitud en metros entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea superior.

L2 = Longitud en metros entre el punto de cruce y el apoyo más próximo de la línea inferior. (La línea de mayor tensión será la más elevada)

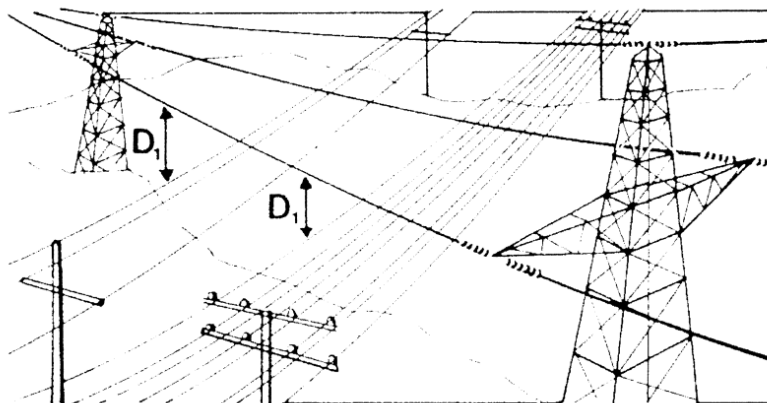


Figura 11.14. Cruzamientos con líneas eléctricas aéreas y de telecomunicaciones. [17]

- **Cruzamientos con carreteras y FFCC sin electrificar.**

$$D \geq 6,3 + \frac{U}{100} m$$

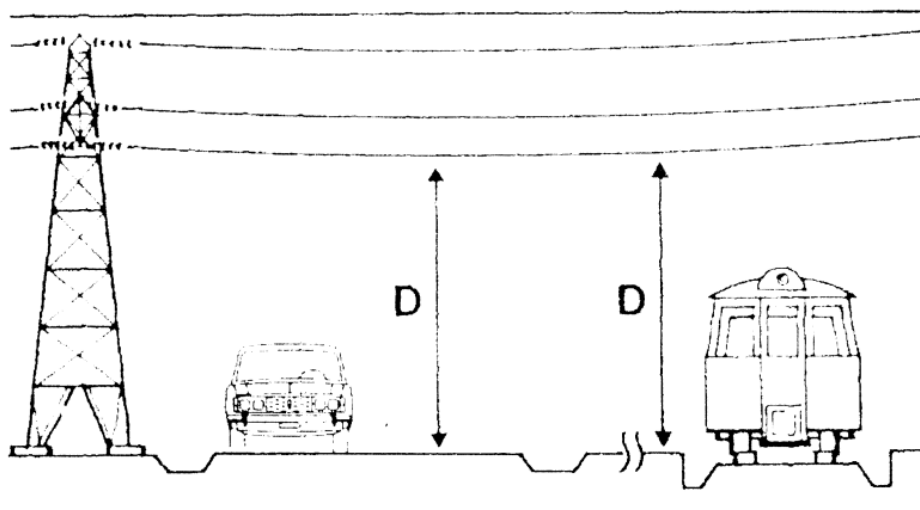


Figura 11.15. Cruzamientos con carreteras y FFCC sin electrificar. [17]

- **Cruzamientos con FFCC electrificados y tranvías.**

$$D \geq 2,3 + \frac{U}{100} m$$

(D mínimo = 3 m)

(En caso de trole se considerará la posición más desfavorable de éste)

U = Tensión nominal de la línea en kV.

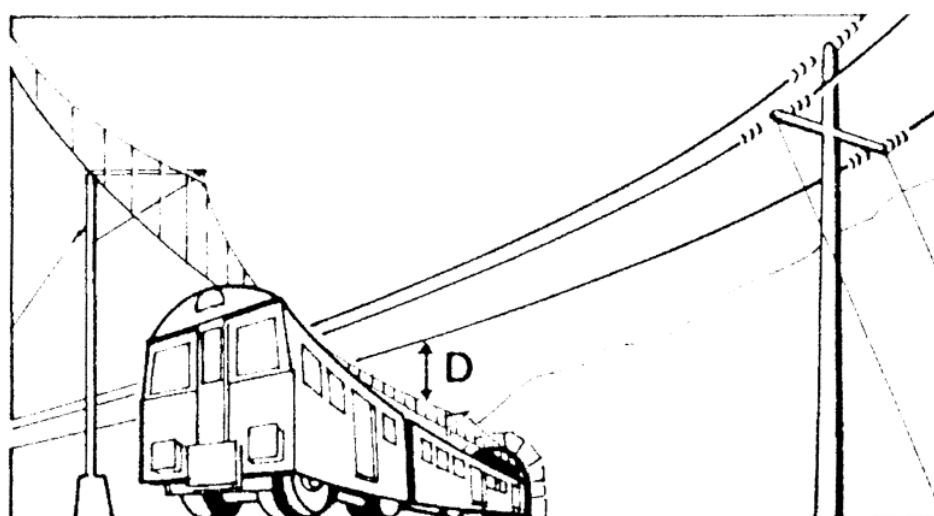


Figura 11.16. Cruzamientos con FFCC electrificados y tranvías. [17]

- **Cruzamientos con teleféricos y cables transportadores.**

$$D \geq 3,3 + \frac{U}{100} \text{ m}$$

(D mínimo = 4 m)

U = Tensión nominal de la línea en kV.

La línea eléctrica cruzará por encima, salvo casos justificados.

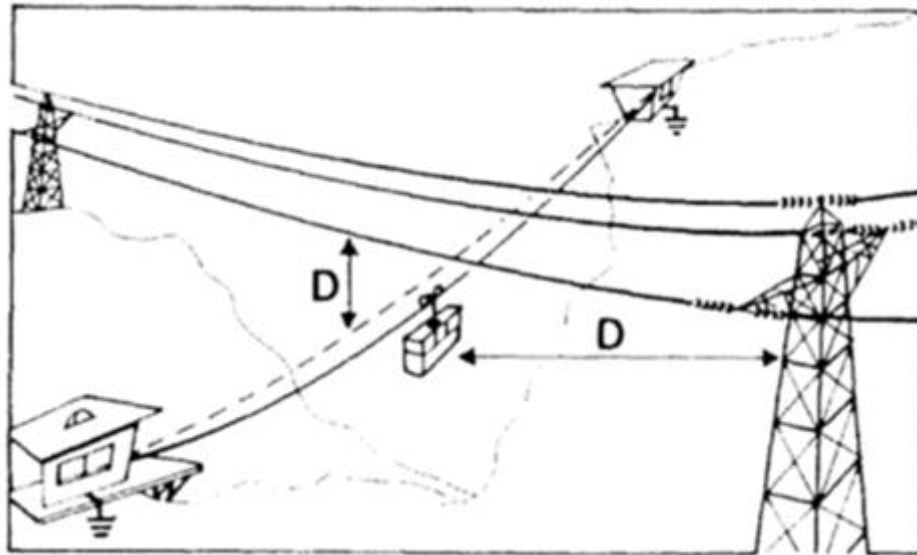


Figura 11.17. Cruzamientos con teleféricos y cables transportadores. [17]

- **Cruzamientos con ríos y canales navegables o flotables.**

$$D \geq G + 2,3 + \frac{U}{100} \text{ m}$$

U = Tensión nominal de la línea en kV.

(En caso de G indeterminado se considerará G = 4,7 m)

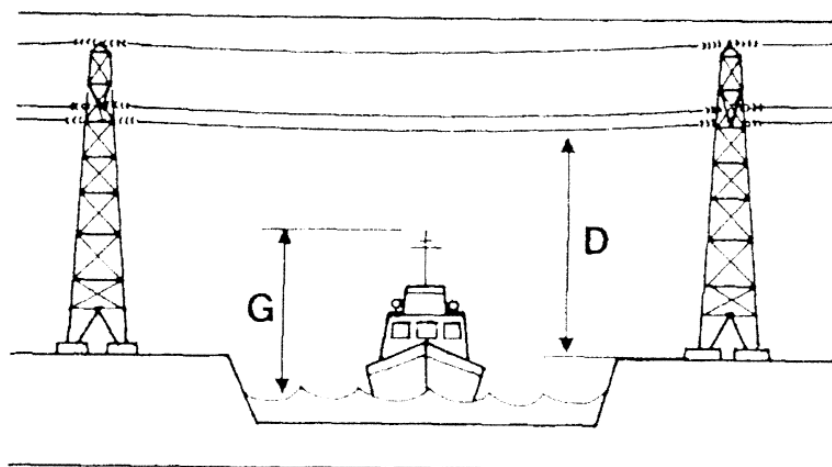


Figura 11.18. Cruzamientos con ríos y canales navegables o flotables. [17]

- **Paralelismos con otras líneas eléctricas y de telecomunicación.**

A ser posible  $D_1 \geq 1,5 H$

Para distancias inferiores ver Artº 34 Ap. 1 y Artº 25 Ap.2.

$D_2 \geq 1,5 H$

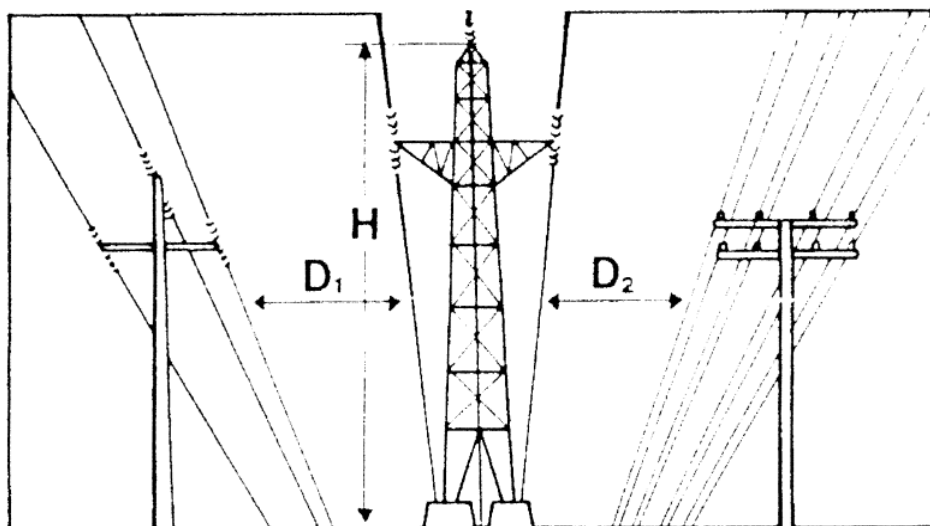


Figura 11.19. Paralelismos con otras líneas eléctricas y de telecomunicación. [17]

- **Paralelismos con carreteras.**

TIPO DE VÍA	D1	D2	D3
Carretera vecinal	1.5	8	1.5 H
Carretera local	25	8	1.5 H
Carretera comarcal	25	8	1.5 H
Carretera nacional	25	8	1.5 H
Autopista	50	8	1.5 H

Tabla 11.1. Distancias mínimas según el tipo de carretera. [17]

A estas distancias mínimas el paralelismo no puede superar 1 km en líneas de la 1ª y 2ª categoría.

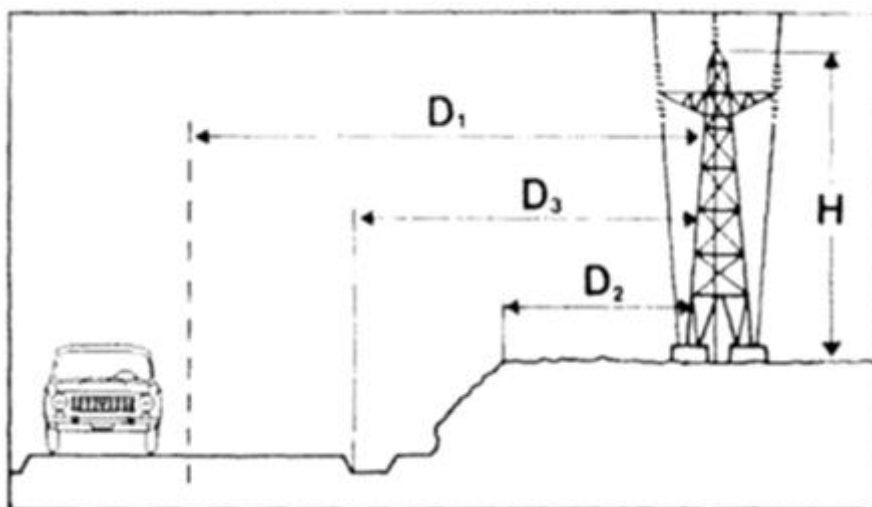


Figura 11.20. Paralelismos con carreteras. [17]

- **Paralelismos con ferrocarriles y cursos de agua navegables.**

$$D \geq 25 \text{ m}$$

$$D \geq 1,5 H$$

A estas distancias mínimas, el paralelismo no puede superar 1 km en líneas de 1ª y 2ª categoría, ni 5 km en líneas de 3ª a categoría.

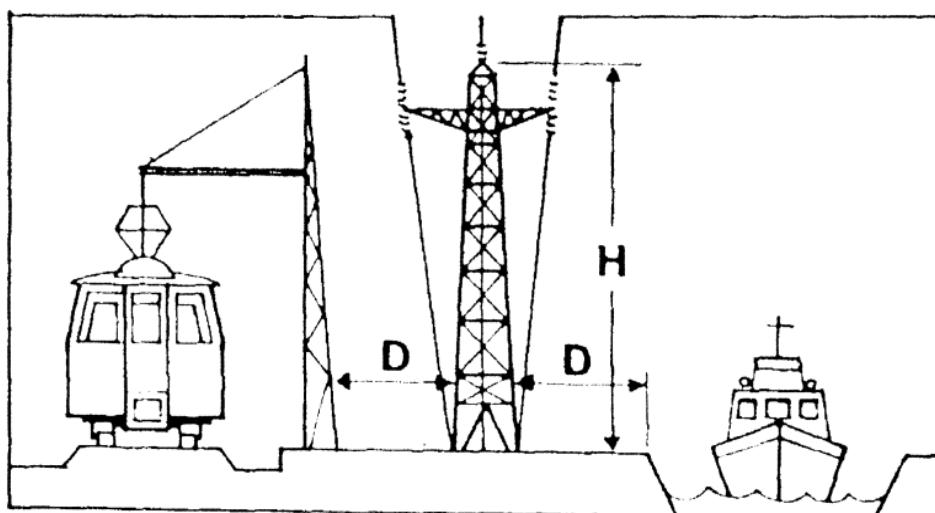


Figura 11.21. Paralelismos con ferrocarriles y cursos de agua navegables. [17]

- **Paso por zonas. Distancias a edificios y construcciones.**

Zonas accesibles:

$$D1 \geq 3,3 + \frac{U}{150} \text{ m}$$

(D1 mínimo = 5 m)

Zonas inaccesibles:

$$D2 \geq 3,3 + \frac{U}{150} \text{ m}$$

(D2 mínimo = 4 m)

U = Tensión de la línea en kV

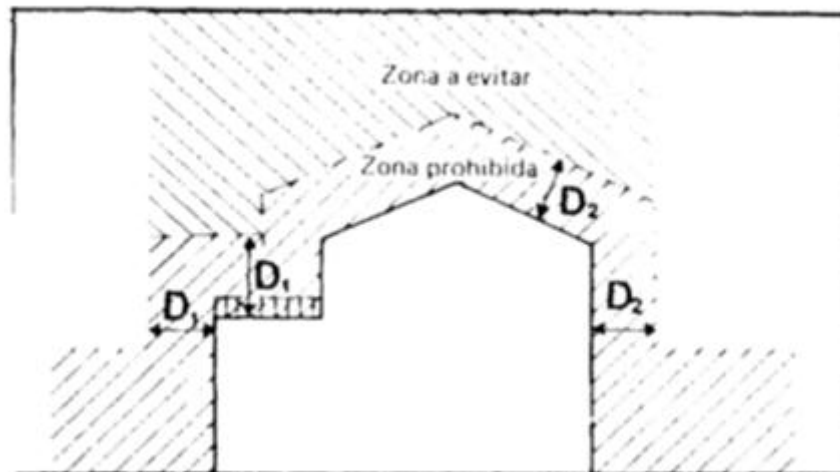


Figura 11.22. Paso por zonas. Distancias a edificios y construcciones. [17]

- **Paso por zonas. Distancias a bosques, árboles y masas de arbolado.**

$$D \geq 1,5 + \frac{U}{100} \text{ m}$$

(D mínimo = 2 m)

U = Tensión de la línea en

A = Desviación prevista producida por el viento. (Ver Artº '27 Ap.3. Hipótesis A)

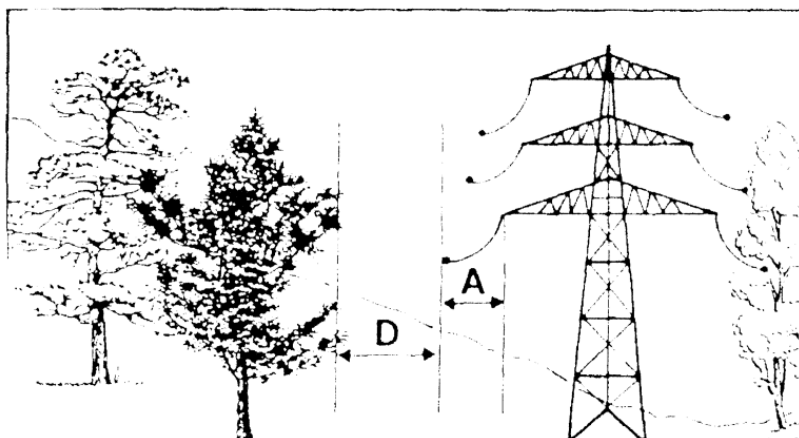


Figura 11.23. Paso por zonas. Distancias a bosques, árboles y masas de arbolado. [17]



### 11.3 **NORMATIVA**

Para realizar el proyecto, nos basaremos en las directrices y exigencias de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, la Ley 54/2003 de Reforma, el RD 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y los reglamentos específicos en materia de Prevención de Riesgos Laborales.

Únicamente se han recogido aquellos aspectos más relevantes, no sólo por su exigencia reglamentaria, sino también por su utilidad.

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, en el marco de una política coherente, coordinada y eficaz. Según el artículo 6 de la misma serán las normas reglamentarias las que irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

En aplicación de lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales nace, el REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, que establece las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. En virtud de lo dispuesto, en la disposición adicional primera del citado Real Decreto, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, de acuerdo con lo dispuesto en el apartado 3 del artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, elaboró una Guía técnica de carácter no vinculante, para la evaluación y prevención del riesgo eléctrico en los trabajos que se realicen en las instalaciones eléctricas de los lugares de trabajo, o en la proximidad de las mismas.

Así mismo el REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprobó el Reglamento electrotécnico para baja tensión, vino a establecer las condiciones técnicas y las garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión, con la finalidad de:

- a) Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- b) Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones, y reventar las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- c) Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones

No conviene olvidar el REAL DECRETO 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo, así como el RD Real Decreto 400/1996 sobre Aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.

### 11.3.1 NORMATIVA GAP

1. **Ley de Prevención de Riesgos Laborales.** Ley 31/1995, de 8 de noviembre (B.O.E. de 10.11.95, nº 269).
2. Real Decreto **486/1997**, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los **lugares de trabajo** (B.O.E. de 23.04.97).
3. **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.** Decreto 2413/1973, de 20 de septiembre (B.O.E. de 9.10.73), instrucciones técnicas complementarias y modificaciones posteriores.
4. Real Decreto **1407/1992**, de 20 de noviembre (BOE de 28.12.92 y de 24.02.93), relativo a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre **equipos de protección individual (EPI)**.
5. Real Decreto **773/1997**, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores en el trabajo de los **EPI**.
6. Real Decreto **1215/1997**, de 18 de julio (BOE 7.8.1997), por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los **equipos de trabajo**.
7. Real Decreto **485/1997**, de 14 de abril (B.O.E. de 23.04.97, nº 97), sobre disposiciones mínimas en materia de **señalización** de seguridad y salud en el trabajo.
8. Real Decreto **487/1997**, de 14 de abril (B.O.E. de 23.04.97, nº 97), sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la **manipulación manual de cargas** que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
9. Real Decreto **1495/1986**, de 26 de mayo, del MIE por el que se aprueba el Reglamento de **Seguridad en las Máquinas** (B.O.E. de 21.07.86 y rect. en B.O.E. de 4.10.86).
10. Real Decreto **1435/1992**, de 27 de noviembre, sobre aproximación de las legislaciones de los Estados miembros relativas a **máquinas**. Transpone a la legislación española las Directivas de Máquinas 89/392/CEE y 91/368/CEE.
11. Orden del MIE de 8 de abril de 1991 por la que se aprueba la **ITC-MSG-SM-1** referente a **máquinas**, elementos o sistemas de protección usados (B.O.E. de 11.04.91).
12. Real Decreto **56/1995**, de 20 de enero, por el que se modifica el R.D. **1435/92**, anterior, relativo a las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo **89/392/CEE** sobre **máquinas**, transpone también las Directivas del Consejo **93/44/CEE** y **93/68/CEE**.
13. O.M. de 9 de marzo de 1971. **Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo** (B.O.E. de 16 y 17.03.71). Capítulo VI.
14. Real Decreto **1316/1989**, de 27 de octubre (B.O.E. de 2.11.89, de 9.12.89 y de 26.05.90), sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al **ruido** durante el trabajo.

15. **Norma Básica de la Edificación** —Condiciones de Protección Contra **Incendios** en los edificios, de 1982—, **NBE-CPI/82**. Real Decreto **2059/81** de 10 de abril (B.O.E. de 18.09.81 y de 19.09.81) y modificaciones posteriores.
16. Orden Ministerial del Mº de Interior, de 29 de noviembre (B.O.E. de 26.02.84 y de 14.06.85). **Manual de autoprotección** para el desarrollo del Plan de Emergencia contra **incendios** y de evacuación en locales y edificios.
17. **Norma Básica de la Edificación** —Condiciones de Protección contra **Incendios** de 1991—. **NBE-CPI/91**. Real Decreto **279/1991** de 1 de marzo (B.O.E. de 8.03.91).
18. Real Decreto **1942/1993** del M.I.E., de 5 de noviembre (B.O.E. de 14.12.93 y de 7.05.94). Reglamento de Instalaciones de Protección contra **Incendios**.
19. Real Decreto **2177/1996**, de 4 de octubre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación **NBE-CPI/96** «Condiciones de Protección contra **Incendios** en los Edificios» (B.O.E. de 29.10.96) y modificaciones posteriores.
20. OO.MM. del MIE de 13 de enero de 1988 (B.O.E. de 21.06.88), de 26 de enero de 1990 (B.O.E. de 9.02.90) y de 24 de julio de 1992 (B.O.E. de 4.08.92), respectivamente, de aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre material eléctrico utilizable en **atmósferas explosivas** y provisto de determinados sistemas de protección. Desarrollan las Directivas del Consejo **76/117/CEE y 79/196/CEE**.
21. Real Decreto **400/1996**, de 1 de marzo de 1996 (B.O.E. de 8.04.96), sobre aparatos y sistemas de protección para uso en **atmósferas potencialmente explosivas**.
22. Decreto de 12 de marzo de 1954. **Reglamento de verificaciones eléctricas** (B.O.E. de 15.04.54) y modificaciones posteriores.
23. Real Decreto **3275/1982** de 22 de noviembre. Sobre **Centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación**. (B.O.E. de 1.12.82) y modificaciones posteriores.
24. Real Decreto **3151/1968**, de 28 de noviembre (B.O.E. de 27.12.69). Reglamento de **Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión**.